This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Ricerche sulle Cucurbitaceae e il significatio del percorso ...

Biagio Longo

Digitized by Google

3 2044 106 389 406
LIBRARY OF SCIENCE
105
OAKES AMES

fig not listed

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
(ANNO CCC 1903)

RICERCHE SULLE CUCURBITACEAE

E

IL SIGNIFICATO DEL PERCORSO INTERCELLULARE (ENDOTROPICO)

DEL TUBETTO POLLINICO

MEMORIA

DEL DOTT.

BIAGIO LONGO

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

Digitized by Google

Serie 5ª — *Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali*
Vol. IV.

Digitized by Google

Ricerche sulle Cucurbitaceae e il significato del percorso intercellulare (endotropico) del tubetto pollinico.

Memoria [1] del dott. BIAGIO LONGO

(con sei tavole)

INTRODUZIONE

In questo mio lavoro mi propongo di esporre alcuni fatti degni di nota, che son venuti in luce in seguito a delle ricerche da me intraprese sul processo di fecondazione in alcune Angiosperme ed alle quali mi ero dedicato con la fiducia che uno studio accurato di un fenomeno ancora così poco chiarito non avrebbe certamente mancato di condurre a qualche risultato interessante.

Le *Cucurbitaceae* mi diedero, in fatti, occasione di stabilire alcuni fatti interessanti specialmente per quanto riguarda il percorso del tubetto pollinico e che, insieme con altri fatti analoghi messi in luce da altri autori in altre piante, son venuti a modificare profondamente le idee che si erano finora avute riguardo al significato del percorso intercellulare del tubetto pollinico.

Ciò mi condusse, com' è naturale, a considerare più da vicino la questione del percorso intercellulare del tubetto pollinico per indagarne il significato e, possibilmente, anche le cause che lo determinerebbero. Perciò, dopo aver esposto i risultati delle mie ricerche sulle *Cucurbitaceae*, riassumerò quanto era finora noto intorno al percorso del tubetto pollinico, discutendo il significato del percorso intercellulare ed emettendo poi quella ipotesi che, dallo stato attuale delle ricerche e dalle osservazioni da me fatte in proposito, mi è sembrata la più attendibile.

Colgo qui poi la occasione per ringraziare pubblicamente il chiar.^{mo} prof. R. Pirotta per l'interessamento addimostrato in queste mie ricerche, come pure il chiar.^{mo} prof. P. Baccarini alla cui gentilezza debbo la riproduzione fotografica delle figure in cera rappresentanti il percorso del tubetto pollinico nella Zucca fatte eseguire dall'Amici e che si conservano nel Museo di Storia Naturale di Firenze.

Roma, dicembre 1902.

[1] A questo lavoro fu assegnato il premio *Carpi*, per la Botanica, del 1901-1902; per la Relazione, veggansi i « Rendiconti delle Adunanze solenni », vol. II, 1903, pag. 98.

Digitized by Google

PARTE PRIMA

Durante la differenziazione dell'ovario nel genere *Cucurbita* si formano nell'interno di esso tre sporgenze longitudinali (fig. 1) che il Payer considera come placente [1]. Questi tre cordoni placentari [2], dopo essere venuti, crescendo, in contatto (fig. 2), si saldano per le loro cellule epidermiche (fig. 6, c. e.), le quali quindi vengono a costituire tre doppie serie di cellule disposte secondo tre raggi della sezione dell'ovario. In ciascuna di queste doppie serie di cellule gli elementi si allungano nel senso radiale e si segmentano tangenzialmente (fig. 7), di modo che da due strati di cellule se ne vengono a formare quattro. Queste nuove cellule, alla loro volta, continuano a dividersi e suddividersi però in tutte le direzioni (fig. 8), cosicchè alla fine si arriva alla formazione di uno speciale tessuto a cellule piccole, sub-isodiametriche, che si distingue nettamente dagli altri tessuti circostanti della polpa (parete) ovarica per essere costituito da elementi a lume più piccolo e più ricchi di contenuto. Di questo speciale tessuto risultano quindi formate tre lamine, che percorrono longitudinalmente l'ovario e che sono in diretta continuazione col tessuto conduttore dello stilo. In una sezione trasversale dell'ovario esse si presentano sotto forma di tre linee chiare, nettamente visibili ad occhio nudo e disposte secondo tre raggi della sezione medesima.

Durante questo tempo i bordi liberi, o laterali che dir si voglia, dei cordoni placentari (fig. 2), vale a dire quelle parti del loro margine che non vengono in contatto fra di loro, s'incurvano e si ripiegano dando origine agli ovuli (figg. 3-5). Nei punti in cui questi bordi vengono in contatto con l'epidermide interna della parete dell'ovario essi vi si saldano: le cellule epidermiche del cordone placentare, dopo essersi allungate radialmente, si segmentano dapprima tangenzialmente, poi in tutte le direzioni, mentre le cellule epidermiche della parete ovarica rimangono tutte o quasi tutte indivise. In seguito a questa segmentazione si arriva alla formazione di un tessuto perfettamente analogo a quello delle tre lamine centrali, delle quali ho su parlato e con le quali è in diretta continuazione.

Si ha quindi, in definitiva, nell'ovario la formazione di uno speciale tessuto, che si origina dall'epidermide dei cordoni placentari e che si continua ininterrotto dallo stilo, per le tre lamine centrali, fin nell'ovulo.

Questo tessuto segna la via che, come vedremo, deve percorrere il tubetto pollinico per giungere all'ovulo, e rappresenta quindi il tessuto conduttore dell'ovario.

Tutti gli autori, che si sono occupati delle *Cucurbitaceae*, descrivono l'ovario delle *Cucurbita* come uniloculare o triloculare.

Il Payer è in dubbio se l'ovario delle *Cucurbita* sia uni- o tri-loculare: egli dice in fatti che « ... *en s'accroissant ils* (i tre cordoni placentari cioè) *s'avancent*

(1) Payer J.-B., *Traité d'organogénie de la fleur*. Paris, 1857, pag. 442.

(2) Non di rado ho trovato, in vece di tre, quattro cordoni placentari, ed in un caso anche due soli.

Digitized by Google

vers l'intérieur et se rencontrent entre eux de façon à partager la cavité en trois compartiments ou loges. Il faut cependant noter qu'ils ne se soudent pas, et que par conséquent l'ovaire n'est pas absolument triloculaire » (1).

Il Baillon (2) in vece descrive l'ovario del genere *Cucurbita* senz'altro come uniloculare.

Endlicher (3), Bentham e Hooker (4), Van Tieghem (5), Cogniaux (6), Müller e Pax (7) lo danno poi tutti come triloculare.

A me risulta in vece che l'ovario nel genere *Cucurbita* non è nè uni- nè tri-loculare. Gli ovuli, che si originano, come ho già detto, dai bordi laterali dei cordoni placentari, sono orizzontali e disposti in più serie verticali. Queste serie però non sono racchiuse in un'unica o in tre cavità (logge) come vorrebbero gli autori su citati; nè si verifica che ognuna delle serie verticali di ovuli sia racchiusa in una corrispondente loggia come potrebbe sorgere il dubbio, a tutta prima, osservando una sezione trasversale dell'ovario di una *Cucurbita*. In fatti le sezioni trasversali in serie dell'ovario, come pure le sezioni longitudinali di esso, mostrano che, fra un ovulo e il successivo della stessa serie verticale, come pure fra le diverse serie verticali, s'interpongono i tessuti della polpa ovarica, di modo che ciascun ovulo risulta racchiuso in una corrispondente cavità (loggetta) (figg. 5 e 9, c. o.) che esso occupa quasi completamente e nella quale non è neppure del tutto libero, essendo in parte saldato, come vedremo, con le pareti di essa. In definitiva quindi, in seguito alla saldatura dei cordoni placentari fra loro e dei loro bordi laterali con l'epidermide interna della parete dell'ovario, non si presenta nell'ovario altra cavità se non queste numerose, piccole loggette non comunicanti fra di loro e corrispondenti ognuna ad un ovulo.

Questa speciale struttura dell'ovario, che ho riscontrata in tutte le *Cucurbita* da me osservate, non la ho invece trovata in nessun altro dei generi di *Cucurbitaceae* da me studiati; quindi mi pare che si possa considerare come un buon carattere differenziale del genere *Cucurbita* medesimo dagli altri generi di *Cucurbitaceae* nei quali si può realmente parlare di ovario uni-triloculare.

L'ovulo è, in tutte le *Cucurbita*, anatropo e fornito di due tegumenti; esso inoltre occupa, come abbiamo veduto, completamente o quasi la piccola cavità che lo racchiude.

Per maggior chiarezza descriverò anzitutto l'ovulo della *Cucurbita Pepo* Lin.

(1) Payer J.-B., l. c.

(2) Baillon H., *Histoire des Plantes*, T. VIII (1886), pag. 394.

(3) Endlicher S., *Genera plantarum* (1836), pag. 938.

(4) Bentham G. et Hooker J. D., *Genera plantarum* (1862-1867), pag. 816.

(5) Van Tieghem Ph., *Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur*. Mém. d. sav. étr. T. XXI (1867-1872), pag. 162; Id., *Traité de Botanique*, 2e éd. Paris (1891), pag. 1742; Id., *Éléments de Botanique*, vol. II (1898), pag. 518.

(6) Cogniaux A., *Cucurbitacées* in De Candolle, *Monographiae Phanerogamarum*, vol. III, (1881). pag. 341.

(7) Müller E. G. O. und Pax F., *Cucurbitaceae* in Engler A. und Prantl K., *Die natürl. Pflanzenfam.* Th. IV. Abt. 5 (1894), pag. 1.

Digitized by Google

e farò poi rilevare le differenze che, rispetto a questo, presentano gli ovuli delle altre *Cucurbita* da me osservate.

L'ovulo della *Cucurbita Pepo* Lin. (fig. 9) ha il tegumento esterno (t. e.) considerevolmente più sviluppato dell'interno (t. i.), e, per parte dell'istesso tegumento esterno (t. e'.), si presenta saldato con la parete della loggetta che lo contiene (c. o.), oltre che pel funicolo (f.), per mezzo del quale soltanto, in generale, vi si presenta saldato nelle altre specie di *Cucurbita*. La nucella (n.) presenta una forma, che è del resto caratteristica anche per tutte le altre *Cucurbitaceae*, almeno per quelle da me studiate, e che può paragonarsi a quella di un fiasco, essendo nettamente distinguibile in una parte ampia ed in un prolungamento a mo' di collo. Il tegumento interno risulta costituito in generale da due soli strati di cellule, che aumentano un po' di numero solo verso la base del collo della nucella. Questo tegumento non copre mai completamente la nucella: ordinariamente si arresta alquanto al di sotto dell'apice del collo, talora però arriva anche fino all'apice medesimo. La sommità della nucella è però ricoperta dal tegumento esterno e precisamente da quella parte del tegumento esterno (t. e'.) che è unita al funicolo, e fin nella quale si prolunga, come vedremo, il tessuto conduttore (t. c.). L'ovulo manca quasi sempre di microprilo pel fatto che i margini del tegumento esterno vengono in contatto non solo, ma si saldano non lasciando pervia alcuna via. Nei rari casi in cui ebbi occasione di trovare un vero canale micropilare, questo si presentava disposto di lato ed obbliquamente alla sommità della nucella.

Le cellule del collo della nucella si presentano molto ricche di granuli di amido-destrina, reagendo essi con la soluzione di jodio in joduro potassico in un bruno- o viola-rossastro, più o meno intenso, che spicca chiaramente sull'azzurro caratteristico che assume l'amido dei tessuti circostanti. Il collo della nucella comincia a diventare ricco di questo amido-destrina abbastanza presto, anche fin da quando si differenzia la cellula del sacco embrionale.

Il sacco embrionale (s. e.), situato immediatamente al disotto del collo della nucella, è, relativamente a questa, assai piccolo, ed anch'esso, come in generale in tutte le altre *Cucurbitaceae*, fornito di amido.

La struttura ora descritta per l'ovulo della *Cucurbita Pepo* Lin. non coincide in tutto con quella dell'ovulo delle altre specie di *Cucurbita* da me studiate.

Caratteristica in tutte è la forma a fiasco della nucella, forma che, del resto, si trova, come ho già detto, anche negli altri generi di *Cucurbitaceae*, salvo che il collo è, a seconda dei casi, più o meno lungo. La quantità di amido-destrina nel collo della nucella varia a seconda delle specie ed anche delle varietà o forme di *Cucurbita:* talora è abbondante, talora è scarsa, tal'altra in vece di amido-destrina si presenta dell'amido normale. Dove si mostrano sopra tutto le differenze fra la struttura dell'ovulo della *Cucurbita Pepo* Lin. e quella dell'ovulo delle altre *Cucurbita* è nei rapporti dei due tegumenti fra loro e con il collo della nucella.

Nella *Cucurbita maxima* Duch. (fig. 11) il tegumento interno arriva fin all'altezza dell'apice della nucella; il tegumento esterno, che ricopre l'apice della nucella, lascia pervio un breve canale micropilare al disopra dell'apice stesso.

Digitized by Google

In una varietà orticola di *Cucurbita maxima* Duch. trovai che, anche in uno stesso ovario, la disposizione dei tegumenti non era sempre costante: talora ricordava quella della *C. Pepo* Lin.; talora quella della *C. maxima* Duch. tipica; ordinariamente però, a differenza di quel che si verifica nella *C. Pepo* Lin., l'apice della nucella non era ricoperto da quella parte del tegumento esterno che è unita al funicolo, ma dall'altra; il tegumento esterno lasciava inoltre pervio un canale micropilare (fig. 12).

Nella *Cucurbita Melopepo* Lin. (*Pileocalyx elegans* Gasp., volgarmente: *Zucca a berretta*) (fig. 13), l'apice della nucella non è ricoperto nè dall'uno nè dall'altro dei due tegumenti e si appoggia alla epidermide interna della parete dell'ovario, cioè alla parete della loggetta. Il tegumento interno arriva fin all'altezza del tegumento esterno e dell'apice della nucella.

Nella *Cucurbita ficifolia* Bouch. (fig. 14) il tegumento interno, in corrispondenza dell'apice della nucella, è notevolmente più sviluppato che non nelle altre *Cucurbita*. L'apice della nucella è ricoperto (salvo qualche caso in cui arriva a toccare con la sua sommità l'epidermide interna della parete ovarica) dal tegumento interno, il quale lascia libero un breve canale micropilare; la sommità del tegumento esterno arriva da un lato fino all'epidermide interna della parete dell'ovario, si arresta dal lato del funicolo al di dietro del tegumento interno, che è da quel lato alquanto più sviluppato che dall'altro.

Nella *Cucurbita foetidissima* H. B. et K. (fig. 15) il tegumento interno arriva quasi all'altezza dell'apice del collo della nucella, il tegumento esterno, che copre l'apice medesimo, lascia al di sopra di esso un breve canale micropilare.

A questi diversi rapporti dei due tegumenti fra loro e col collo della nucella corrisponde anche, nelle varie specie di *Cucurbita*, una diversa disposizione del tessuto conduttore nell'ovulo, come esporrò brevemente.

Nella *Cucurbita Pepo* Lin. il tessuto conduttore (figg. 9-10, t. c.), che si trova localizzato, come nelle altre specie di *Cucurbita*, nella parte periferica del funicolo, da questo si continua senza interruzione nel tegumento esterno fin a raggiungere l'apice della nucella.

Nella *Cucurbita maxima* Duch. (fig. 11), nella *C. Melopepo* Lin. (fig. 13) e nella *C. foetidissima* H. B. et K. (fig. 15) il tessuto conduttore (t. c.) si arresta invece nel funicolo senza prolungarsi nel tegumento esterno.

La varietà su ricordata di *Cucurbita maxima* Duch. si comporta, anche per quanto riguarda il tessuto conduttore, a seconda della struttura dell'ovulo, che può essere, come ho detto, variabile: talora come la *C. Pepo* Lin.; talora come la *C. maxima* Duch.; ordinariamente però il tessuto conduttore (fig. 12, t. c.) si prolunga nel tegumento esterno, restringendosi, e termina in corrispondenza alla parte mediana del canale micropilare, senza quindi raggiungere l'apice della nucella.

Nella *Cucurbita ficifolia* Bouch. (fig. 14) il tessuto conduttore (t. c.) non si prolunga nel tegumento esterno, ma, per la speciale struttura dell'ovulo, arriva fino a toccare il tegumento interno.

Ho insistito su queste diverse disposizioni che presenta il tessuto conduttore nelle varie *Cucurbita*, giacchè vedremo in seguito quanta importanza sia legata a

Digitized by Google

queste diverse disposizioni per quanto riguarda la via che il tubetto pollinico segue per raggiungere la nucella.

Riguardo alla differenziazione dei costituenti del sacco embrionale io non l'ho seguìta che nella *Cucurbita Pepo* Lin., e di essa dirò ora brevemente.

La differenziazione dei costituenti del sacco embrionale nella *Cucurbita Pepo* Lin. avviene nel modo solito. Nella cellula del sacco, mentre essa si va ingrandendo, ben presto il nucleo si divide ed i due nuovi nuclei si portano l'uno al polo superiore e l'altro all' inferiore (rispetto all'asse longitudinale della nucella) separati da un vacuolo. Poi da questi nuclei, nel modo solito, per due divisioni successive si ottengono le due tetradi, una al polo superiore e l'altra all' inferiore. In seguito, mentre si va differenziando l'apparato femmineo, dalla tetrade superiore si stacca un nucleo (nucleo polare superiore) e dalla tetrade inferiore un altro nucleo (nucleo polare inferiore), i quali si avvicinano nel centro del sacco embrionale ove, con tutta probabilità, si fondono prima che il tubetto pollinico arrivi al sacco embrionale. Ho detto con tutta probabilità giacchè a cominciare da questo momento, fin dopo l'atto della fecondazione, a causa della straordinaria cromaticità (elettività, cioè, per le sostanze coloranti del nucleo: safranina, ematossilina ecc.) del contenuto del sacco embrionale, ed oltre a ciò a causa della quantità considerevole di amido in esso contenuto, riesce impossibile distinguere nettamente il contorno od i contorni dei nuclei, ma solamente si possono scorgere i due nucleoli ravvicinati. L'apparecchio femmineo è costituito, al solito, dalla oosfera e dalle due sinergidi, le quali si distinguono perchè, mentre l'oosfera presenta il nucleo al disotto del vacuolo, le sinergidi lo presentano al disopra, anzi in esse il nucleo è strettamente addossato al vacuolo tanto che appare spesso sotto forma di semiluna. Inoltre l'oosfera si prolunga più in basso nell' interno del sacco embrionale fino in contatto col nucleo secondario (o i due nuclei polari ravvicinati) ed è situata di lato ed alquanto inferiormente alle due sinergidi che si trovano all'apice del sacco.

Nella parte superiore delle sinergidi si presentano molto manifestamente delle figure caratteristiche, paragonabili a dei piccoli ciuffi di filamenti, che si colorano, analogamente alle pareti di cellulosi, intensamente con la ematossilina Delafield e che spiccano nettamente sul contenuto finamente granuloso delle sinergidi stesse (fig. 17). Trattando le sezioni con acqua di Javelle, mentre scomparisce il contenuto protoplasmatico, questi ciuffi persistono, come tutte le pareti, ed appaiono, dopo il trattamento, costituiti da un intreccio più o meno fitto di filamenti.

Queste figure mi sembrano essere del tutto analoghe all'apparato filamentoso (*Fadenapparat*), osservato la prima volta dallo Schacht [1] in altre piante.

Riguardo al loro significato io non so pronunziarmi; tuttavia credo bene far rilevare che, man mano che questi apparati filamentosi delle sinergidi vanno diventando sempre più manifesti, i nuclei delle stesse sinergidi si rendono sempre meno visibili.

[1] Schacht H., *Neue Untersuchungen über die Befruchtung von Gladiolus segetum.* Bot. Zeit. T. 16 (1858), pag. 21.

Digitized by Google

Le antipodi sono effimere: già al tempo del ravvicinamento dei due nuclei polari e della costituzione dell'apparato femmineo esse non sono più manifeste.

Germinato il granello di polline sullo stigma, il tubetto pollinico s'interna nello stilo aprendosi una via fra cellula e cellula del lasso tessuto conduttore che riempie lo stilo medesimo, e, continuando poi più o meno tortuosamente il suo percorso, sempre fra cellula e cellula nel tessuto conduttore dell'ovario, che è in continuazione con quello dello stilo e di cui abbiamo già trattato, giunge all'ovulo. Percorre poi il funicolo dell'ovulo ed il tegumento esterno, nei quali, come abbiamo veduto, si prolunga il tessuto conduttore, e arriva così a contatto della nucella. Penetra in essa per l'apice od un po' al disotto di esso, percorre il collo della nucella e, verso la base di questo ultimo, si dilata producendo una specie di bolla che supera notevolmente in grandezza il sacco embrionale e che deforma quindi la base del collo della nucella medesima. Quindi il tubetto pollinico, riprendendo le sue dimensioni ordinarie, per la via diretta giunge al sacco embrionale (fig. 10, t. p.). Dalla bolla partono ordinariamente dei rami a fondo cieco, che possono anche dividersi e suddividersi e che attraversano la base del collo della nucella ed anche il tegumento interno, scorrendo poi più o meno fra i due tegumenti e spesso anche penetrando alquanto nel tegumento esterno.

Il tubetto pollinico procede nel suo cammino sempre attraverso il tessuto conduttore fin dove questo si arresta, come abbiamo detto, a contatto della nucella; il suo percorso è quindi completamente intercellulare, giacchè, anche nei rari casi in cui esiste il canale micropilare, il tubetto pollinico non lo percorre per arrivare alla nucella, ma segue sempre la via su descritta.

Questo è il percorso del tubetto pollinico che ho trovato costante in tutte le varietà orticole di *Cucurbita Pepo* Lin. da me osservate (*Zucchini* di Roma; *Cucurbita verrucosa* Lin.; *C. elongata* Schrad.; *C. tuberculosa* Schrad.; *C. pyriformis* Hort., ecc.).

Per quanto riguarda ora il percorso che il tubetto pollinico segue nelle altre specie di *Cucurbita* possiamo ripetere quel che abbiamo detto per la *C. Pepo* Lin. per quanto si riferisce al percorso del tubetto pollinico nello stilo e nell'ovario fino all'ovulo. Nell'ovulo, invece, ordinariamente il cammino seguìto dal tubetto pollinico devia più o meno notevolmente da quello descritto per la *C. Pepo* Lin.

Nella *Cucurbita maxima* Duch. il tubetto pollinico percorre, come nella *C. Pepo* Lin., il tessuto conduttore dell'ovario e quello del funicolo fin dove esso si arresta, come ho già detto, a contatto del tegumento esterno dell'ovulo; scorre allora fra il tegumento esterno e l'epidermide interna della parete ovarica e giunge così al micropilo che è, come ho pur detto, formato dai margini del tegumento esterno; scorre quindi nel canale micropilare, raggiunge la sommità della nucella e, comportandosi in seguito come nella *C. Pepo* Lin., giunge al sacco embrionale (fig. 11).

Nella varietà di *Cucurbita maxima* Duch., di cui abbiamo parlato a pag. 7 e nella quale, come abbiamo veduto, può variare, anche in uno stesso ovario, la struttura dell'ovulo, il tubetto pollinico si comporta pure diversamente a seconda che l'ovulo presenta una struttura piuttosto che un'altra. Quando la struttura dell'ovulo

Digitized by Google

ricorda quella della *C. Pepo* Lin. anche il percorso del tubetto pollinico è, analogamente a quello della *C. Pepo* Lin., completamente intercellulare; quando la struttura dell'ovulo è analoga a quella della *C. maxima* Duch. tipica, il tubetto pollinico segue un cammino analogo a quello seguìto dal tubetto pollinico nella *C. maxima* Duch. stessa; finalmente, ed è questo il caso ordinario, quando l'ovulo presenta quell'ultima struttura che ho più avanti descritta, il tubetto pollinico, dopo aver percorso il tessuto conduttore, che, come abbiamo veduto, termina nella porzione mediana del canale micropilare, percorre l'ultimo tratto di tale canale micropilare e raggiunge così l'apice della nucella (fig. 12).

Nella *Cucurbita Melopepo* Lin. il tubetto pollinico, percorrendo l'interno del tessuto conduttore dell'ovario e del funicolo, arriva a contatto col tegumento esterno, scorre da prima fra il tegumento esterno dell'ovulo e la parete della loggetta, poi fra questa ed il tegumento interno ed arriva così all'apice della nucella, attraverso la quale poi, nel solito modo, prosegue il suo cammino (fig. 13).

Nella *Cucurbita ficifolia* Bouch. il tubetto pollinico giunge, sempre scorrendo nell'interno del tessuto conduttore, a contatto del tegumento interno e, a questo punto, si ripiega generalmente per scorrere poi fra il tegumento interno e la parete della loggetta, e giunge così all'apice della nucella attraversando il breve canale micropilare formato, come ho già detto, dai margini del tegumento interno (fig. 14).

Nella *Cucurbita foetidissima* H. B. et K. il tubetto pollinico, dopo aver percorso il tessuto conduttore dell'ovario e quello del funicolo fin dove esso si arresta, entra e scorre nella stretta cavità compresa fra il tegumento esterno e la parete della loggetta e, percorrendo in seguito il canale micropilare, giunge all'apice della nucella, per poi, nel modo solito come per tutte le altre *Cucurbita*, arrivare al sacco embrionale (fig. 15).

Se ora, giunti a questo punto, consideriamo da un lato il percorso che il tubetto pollinico segue negli ovuli delle diverse specie di *Cucurbita* da me studiate e dall'altro la struttura che questi ovuli presentano, ci appare chiaramente che esiste uno strettissimo rapporto fra la disposizione che assume il tessuto conduttore negli ovuli di queste diverse *Cucurbita* ed il percorso che in essi segue il tubetto pollinico. Abbiamo infatti veduto che quando il tessuto conduttore si prolunga ininterrottamente (come nella *Cucurbita Pepo* Lin.) fino all'apice della nucella, il tubetto pollinico segue un percorso completamente intercellulare; quando invece il tessuto conduttore si arresta (come è il caso generale nelle altre *Cucurbita*) più o meno lontano dall'apice della nucella, allora il percorso del tubetto pollinico nel suo ultimo tratto, vale a dire dal termine di questo spesso tessuto conduttore all'apice della nucella, non è più intercellulare.

Studiato il percorso del tubetto pollinico nelle specie di *Cucurbita* su ricordate, ho fatto ricerche in proposito anche in altre *Cucurbitaceae*, appartenenti a generi diversi e che ho potuto avere a mia disposizione, per vedere se si presentasse in esse qualche cosa di analogo per quanto riguarda il percorso del tubetto pollinico. Queste *Cucurbitaceae* da me osservate sono: *Lagenaria vulgaris* Ser., *Cucumis Melo* Lin., *C. sativus* Lin., *Citrullus vulgaris* Schrad., *C. Colocynthis* Schrad., *Luffa maxima*

Digitized by Google

Hort., *Benincasa cerifera* Sav., *Ecballion Elaterium* Rich., *Momordica Charantia* Lin., *Trichosanthes Anguina* Lin., *T. cucumerina* Lin., *Rhynchocarpa dissecta* Naud., *Bryonia dioica* Jacq., *Sicyos angulata* Lin., ecc. In nessuna di queste *Cucurbitaceae* ho trovato pel tubetto pollinico un comportamento analogo a quello del tubetto pollinico nelle *Cucurbita*, nemmeno in quelle che Linneo comprendeva nel genere *Cucurbita*, quali la *Lagenaria vulgaris* Ser. (*Cucurbita lagenaria* Lin.) ed il *Citrullus vulgaris* Schrad. (*Cucurbita Citrullus* Lin.).

In nessuna di queste *Cucurbitaceae* da me esaminate si trova nell'ovario quello speciale tessuto conduttore che presentano le *Cucurbita* e del quale abbiamo veduto i caratteri e l'origine. In queste specie invece il tessuto conduttore dell'ovario risulta costituito semplicemente dalle cellule epidermiche dei cordoni placentari e da quelle dell' epidermide interna della parete ovarica, che si presentano più o meno ravvicinate fra loro e perfino anche in contatto, ma senza però saldarsi e dividersi come nel caso delle *Cucurbita* (1). Il tessuto conduttore quindi, in una sezione trasversale dell'ovario, si presenta costituito da due serie di cellule ordinariamente più o meno ravvicinate fra loro ed abbastanza ben differenziate dalle cellule dei tessuti circostanti per essere più ricche di contenuto plasmatico od anche di amido. Come conseguenza non troviamo neppure in nessuna di queste altre specie di *Cucurbitaceae* quella speciale struttura dell'ovario, che abbiamo descritto per le *Cucurbita* e che fin d'allora abbiamo detto essere caratteristica di questo genere: in queste altre specie, infatti, l'ovario è realmente uni-triloculare per quanto la cavità o le cavità possano essere ridotte.

L'ovulo, che è anatropo, è, a differenza di quello delle *Cucurbita*, completamente libero nella cavità ovarica (fig. 16), e presenta, come nelle *Cucurbita*, la nucella a forma di fiasco. Il collo della nucella è più o meno allungato a seconda dei casi e sempre privo di amido-destrina; nei rari casi in cui esso è fornito di amido (es. *Luffa maxima* Hort.), quest' ultimo si presenta sotto forma di amido normale e di piccoli granelli.

L'ovulo presenta poi sempre due tegumenti: di essi l'interno, che è sempre il meno sviluppato, copre, in tutte le specie su ricordate, il collo della nucella; vi è sempre un canale micropilare, talora formato dal solo tegumento interno (fig. 16), talora oltre che dall'interno anche dall'esterno, così che si ha in questo ultimo caso un esostoma ed un endostoma. Il sacco embrionale, anche in tutte queste specie molto piccolo rispetto alla nucella, è ricco di amido.

Il tubetto pollinico, per quanto riguarda il suo percorso, si comporta in modo analogo in tutte queste specie di *Cucurbitaceae*: dopo aver attraversato lo stigma e lo stilo (il quale ultimo ora si presenta cavo, ora pieno), entra nella stretta cavità ovarica, nella quale scorrendo sempre fra i due strati di cellule che costituiscono il

(1) Non è quindi esatto ciò che scrive il Guéguen riguardo alla struttura del tessuto conduttore nell'ovario delle *Cucurbitaceae*, che cioè questa struttura « semble présenter une grande uniformité dans toute l'étendue de la famille » (Guéguen F., *Anatomie comparée du tissu conducteur du style et du stygmate des Phanérogames. — I. Monocotylédones, Apétales et Gamopétales.* — Journ. d. Bot. 16e Ann., 1902, pag. 180).

Digitized by Google

tessuto conduttore, giunge al micropilo, penetra per esso e, percorrendo il canale micropilare, raggiunge l'apice della nucella. Attraversa quindi il collo della nucella e giunge al sacco embrionale (fig. 16) senza dar luogo in generale a quello speciale rigonfiamento a mo' di bolla di cui ho parlato trattando delle *Cucurbita*. Nel *Cucumis Melo* Lin. e nel *C. sativus* Lin. il tubetto pollinico non forma una bolla come quella delle *Cucurbita*, tuttavia, percorrendo il collo della nucella, aumenta più o meno di diametro per restringersi di nuovo poco prima di raggiungere il sacco embrionale, mantenendo quindi presso a poco sempre forma cilindrica. Nella *Luffa maxima* Hort. però il tubetto pollinico presenta un rigonfiamento a mo' di bolla simile a quella che si presenta nelle *Cucurbita*; questa bolla però, almeno negli ovuli da me osservati, non presentava rami a fondo cieco, nè raggiungeva le dimensioni di quella delle *Cucurbita*; nella stessa *Luffa maxima* Hort. inoltre, anche dopo avvenuta la fecondazione, il tratto del tubetto pollinico nell'ovulo si presenta — a differenza di quel che generalmente ho osservato nelle altre di queste specie di *Cucurbitaceae*, ed analogamente a quel che si verifica, però in modo assai più marcato, nelle *Cucurbita* — ricco di contenuto plasmatico e spesso anche di amido.

Da quanto ho finora detto si deduce che le specie appartenenti al genere *Cucurbita* si differenziano nettamente da tutte le altre specie di *Cucurbitaceae* soprattutto per due caratteri evidentissimi:

1° la presenza di quello spesso tessuto conduttore dell'ovario e dell'ovulo, di cui abbiamo avuto già più volte da parlare;

2° la speciale struttura dell'ovario, per cui esso non è uni-triloculare come nelle altre *Cucurbitaceae*, ma presenta tante piccole logge quanti sono gli ovuli.

A questi caratteri differenziali è da aggiungersi ancora il percorso intercellulare del tubetto pollinico nel tessuto conduttore — modo di percorso che è in sostanza una conseguenza della presenza di questo spesso tessuto conduttore.

Il genere *Cucurbita* rappresenta quindi nella famiglia delle *Cucurbitaceae*, almeno per quanto mi risulta dalle specie da me esaminate, un genere ben distinto, tanto che non esiterei a proporre di formare delle *Cucurbita* un gruppo a sè nella famiglia, intendendo per genere *Cucurbita* il genere *Cucurbita* di Linneo (1), ad eccezione però della *Cucurbita lagenaria* Lin. e della *C. Citrullus* Lin. per le quali risulterebbe quindi molto opportuna la separazione fatta in seguito dal genere *Cucurbita* per formarne la *Lagenaria vulgaris* Ser. ed il *Citrullus vulgaris* Schrad. E, basandosi sui caratteri su indicati, non sarebbe nemmeno opportuna la proposta del Gasparrini (2) di separare la *Cucurbita Melopepo* Lin. dal genere *Cucurbita* per costituirne un genere a sè con l'unica specie *Pileocalyx elegans* Gasp. Tuttavia per avere l'ovario semi-infero e per altri caratteri così bene fatti rilevare dal Gasparrini mi pare che la *Cucurbita Melopepo* Lin. possa formare una buona specie a sè, e magari

(1) Linné C., *Species plantarum*, ed. III (1764), pag. 1434.

(2) Gasparrini G., *Proposta di un nuovo genere di piante appartenenti alla famiglia delle cucurbitacee*. Giorn. Bot. Ital., vol. II (1847), pag. 242.

Digitized by Google

anche un sottogenere, e non debba essere compresa nella specie *C. maxima* Duch. come faceva il Cogniaux (1).

Il tubetto pollinico delle *Cucurbita* ha sempre dimensioni relativamente molto considerevoli (nella *C. Pepo* Lin. il diametro è in media di 20 μ) e si distingue sempre facilmente in mezzo agli elementi del tessuto conduttore sia pel maggiore spessore della parete, sia pel suo contenuto e spesso anche per presentare un diametro maggiore di quello delle cellule del tessuto conduttore medesimo. Il contenuto del tubetto pollinico è nelle *Cucurbita* sempre assai abbondante e per lo più l'amido vi è in quantità notevole.

I due nuclei riproduttivi sono piccoli, rotondeggianti e presentano dei granuli di cromatina relativamente grossi — carattere quest'ultimo comune in generale a tutti i nuclei delle *Cucurbita* —; in essi non è manifesto un nucleolo. Il diametro di questi nuclei è in media 7 μ; quindi notevolmente minore del diametro del tubetto pollinico. Il nucleo vegetativo è più grosso e presenta ben distinto un nucleolo. Potei osservare questo nucleo ancor ben manifesto, quantunque il suo contorno non fosse più molto netto, in un preparato di *Cucurbita Pepo* Lin., nello stadio in cui il tubetto pollinico, dopo aver formata la bolla, stava per riprendere le sue dimensioni normali per raggiungere il sacco embrionale; esso precedeva i nuclei riproduttivi e trovavasi immediatamente vicino all'apice del tubetto pollinico medesimo.

La forma rotondeggiante, cui ho accennato, dei nuclei riproduttivi delle *Cucurbita* mi sembra venire in appoggio alla opinione emessa dallo Strasburger (2) che cioè la forma, talora allungata e più o meno ripiegata, osservata in nuclei riproduttivi, non sia in dipendenza di un movimento proprio progressivo — come avevano supposto altri autori —, ma dipenda semplicemente da ostacoli (dimensioni del micropilo ecc.) che essi debbono superare nel loro movimento che si effettuerebbe passivamente per opera delle correnti citoplasmatiche, in quanto che tali nuclei nelle *Cucurbita* si manterrebbero appunto rotondeggianti essendo il diametro del tubetto pollinico, che li contiene, sempre notevolmente maggiore del diametro di essi.

Ho già detto, parlando del percorso del tubetto pollinico nelle *Cucurbita*, come esso, giunto presso la base del collo della nucella, aumenti assai considerevolmente di diametro venendo a formare una specie di bolla, ed ho già fatto rilevare come questo fatto sia caratteristico delle *Cucurbita*, non formandosi una tale bolla negli altri generi di *Cucurbitaceae* salvo qualche eccezione che ho già pure ricordata. Dissi inoltre che però, in questi ultimi casi, io non osservai mai nella bolla quei prolungamenti a fondo cieco che si osservano invece nelle *Cucurbita*.

Ora, riguardo a questa bolla, dirò anzi tutto come io abbia potuto stabilire una relazione fra la formazione di essa e la presenza di amido nel collo della nucella: quando, infatti, il tubetto pollinico non produce bolla, come è il caso generale per le *Cucurbitaceae*, allora il collo della nucella è privo di amido; quando invece esso

(1) Cogniaux A., *Cucurbitacées* in De Candolle A. et C., *Monographiae Phanerogamarum*, vol. III (1881), pag. 545.

(2) Strasburger E., *Einige Bemerkungen zur Frage nach der « doppelten Befruchtung » bei den Angiospermen*. Bot. Zeitung, 58 Jahrg., II Abth. (1900), pag. 302-303.

Digitized by Google

si rigonfia in bolla senza che questa presenti rami a fondo cieco, come è il caso della *Luffa maxima* Hort., allora nel collo della nucella si presenta un po' di amido normale a minuti granelli; quando poi, come è il caso delle *Cucurbita*, il tubetto pollinico non solo si rigonfia nell' ultimo suo tratto in una bolla di dimensioni relativamente considerevoli, ma manda anche rami a fondo cieco più o meno numerosi, allora nel collo della nucella vi è sempre amido abbondante ed in grossi granelli; — amido, che è spesso anzi sotto forma di amido destrina.

Altro fatto interessante poi per quanto riguarda il tubetto pollinico è che nelle *Cucurbita* e nella *Luffa maxima* Hort. esso nel suo ultimo tratto, anche dopo avvenuta la fecondazione, si presente assai più ricco di contenuto, di quello che non abbia verificato negli altri generi di *Cucurbitaceae*.

Stabiliti questi fatti ho cercato d'indagare quale potesse essere il significato di quel rigonfiamento (bolla) del tubetto pollinico di cui ho sopra parlato. Ed in proposito ricorderò anzi tutto alcuni fatti che ci presentano i tubetti pollinici di altre piante.

Facendo germinare il polline della *Casuarina quadrivalvis* Lab. in aria umida sopra una lastrina di vetro spalmata di gelatina e sopra una semplice lastrina di vetro osservai che i tubetti pollinici si comportano diversamente nei due casi. Nel primo caso, infatti, essi da prima si allungano alquanto strisciando sulla gelatina, poi alla estremità si rigonfiano a mo' di bolla, che si affonda nella gelatina e che si presenta ricca di amido; poi dalla bolla si allunga nuovamente il tubetto pollinico in continuazione del primo tratto di modo che la bolla rimane di lato (fig. 18). Nel secondo caso invece i tubetti pollinici hanno per tutto il loro percorso il solito aspetto di budellini: essi non formano bolla; sono inoltre più gracili e privi di amido. Questo diverso comportamento mi pare si possa spiegare assai semplicemente quando si pensi che nel caso che il granello pollinico germini sulla semplice lastrina di vetro il tubetto pollinico si allunghi finchè non sia esaurita la riserva del granello pollinico, e che nell'altro caso invece il tubetto pollinico, dopo essersi allungato per un certo tratto, si rifornisca di materiali nutritizi a spese della gelatina e possa quindi continuare ulteriormente ad allungarsi.

Un comportamento analogo, anzi ancora più caratteristico, è quello osservato dal Van Tieghem nella germinazione del polline del *Ricinus* e del *Symphytum* (« *Consoude* ») (1). Il Van Tieghem dice che il polline del *Ricinus*, germinando nell'acqua, emette un tubetto ordinario; germinando invece in una soluzione concentrata di gomma arabica produce un tubetto pollinico che, dopo essersi allungato per un certo tratto, si rigonfia a bolla alla sua estremità; da questa bolla si parte poi un nuovo tratto del tubetto pollinico che a sua volta, dopo aver raggiunto una certa lunghezza, si rigonfia alla sua estremità e così il fenomeno può ripetersi ancora. Il polline del *Symphytum* poi, germinando nell'acqua, si comporta come quello del *Ricinus*, e così pure germinando nella soluzione densa di gomma, salvo che, in questo ultimo caso, la bolla si separa mediante una parete dal tratto del tubetto pollinico che l'ha prodotta.

(1) Van Tieghem Ph., *Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen et de l'ovule et sur la fécondation directe des plantes.* Ann. de Sc. Nat. (Bot.), sér. V, t. XII (1869), pag. 319-320 in nota.

Digitized by Google

Staccando la bolla e portandola in acqua si vede partire da essa un nuovo tubetto pollinico, di modo che il Van Tieghem considera questa bolla come un granello di polline secondario. Il Van Thieghem attribuisce il fenomeno alle « condizioni del mezzo non abbastanza favorevoli allo sviluppo continuo del tubetto pollinico ». Io riterrei però che anche in questi casi, come ho già detto di ritenere per il caso della *Casuarina quadrivalvis* Lab., il fenomeno possa trovare invece una semplice spiegazione ammettendo un rifornimento di materiali da parte del tubetto pollinico quando esso si sviluppa in un mezzo nutritizio.

Ritornando ora a quanto ho detto parlando del comportamento del tubetto pollinico nelle *Cucurbita* e nella *Luffa maxima* Hort., dopo quanto ho or ora esposto mi pare che si possa ritenere come non improbabile che anche in queste piante la bolla formata dal tubetto pollinico sia in rapporto con fenomoni di rifornimento di materiali nutritizi da parte del tubetto pollinico stesso. Sotto questo punto di vista apparirebbe chiara la relazione che ho notato fra la formazione della bolla e la presenza di amido nel collo della nucella, come pure il presentarsi di questo amido sovente nelle *Cucurbita* sotto forma di amido-destrina, condizione questa ultima che faciliterebbe la presa dei materiali amilacei da parte del tubetto pollinico. Apparirebbe chiara inoltre la presenza di quei rami a fondo cieco, che abbiamo detto partirsi dalla bolla nelle *Cucurbita* e diffondersi più o meno tra i tegumenti, come un mezzo che servirebbe ad aumentare considerevolmente la presa di materiali nutritizi da parte del tubetto pollinico. Anzi, a questo ultimo riguardo, ho potuto stabilire l'esistenza di stretti rapporti fra questi rami e gli strati interni del tegumento esterno; i quali si distinguono dagli altri sovrastanti per essere costituiti da cellule in contatto fra loro, molto ricche di contenuto plasmatico e frequentemente anche di amido. Questa differenza nel tegumento esterno si accenna già fin dall'atto della fecondazione, ma si va facendo in seguito sempre più marcata, giacchè, mentre questi strati interni si conservano con i caratteri suddetti, gli strati sovrastanti invece si modificano più o meno profondamente man mano che l'ovulo si va differenziando in seme. Mentre avvengono queste medificazioni nel tegumento esterno, il tubetto pollinico si presenta sempre ricco di contenuto, anche dopo che l'embrione è già alquanto sviluppato; e, mentre poi alla fine gli strati interni del tegumento esterno sono svuotati del loro contenuto nutritizio, l'amido, che ancora era rimasto nel collo della nucella subito dopo avvenuta la fecondazione, si conserva ancora intatto. Ciò ci fa pensare che l'amido (o l'amido-destrina), che il tubetto pollinico prende dal collo della nucella, sia da esso subito utilizzato più che altro come sostanza membranogena per la formazione della bolla e di quei rami a fondo cieco, mediante i quali sarebbe reso possibile al tubetto pollinico di poter andare ad attingere delle sostanze nutritizie anche da tessuti più o meno lontani dalla via che esso percorre.

È noto per le ricerche del Treub [1] che in certe Orchidee il sospensore dell'embrione è formato di lunghe cellule che fuorescono dal micropilo e raggiungono la pla-

[1] Treub M., *Notes sur l'embryogénie de quelques Orchidées.* Natuurkund. Verhandl. d. koninkl. Acad. Amsterdam, t. XIX (1879); Id., *Notes sur l'embryon, le sac embryonnaire et l'ovule.* Ann. d. Jard. Bot. de Buiterzorg, vol. III (1883), pag. 76.

Digitized by Google

centa, dalla quale attingono materiali nutritizi per l'embrione. Qualche cosa di analogo è stato studiato dalla Balicka-Iwanowska (1) in parecchie piante, specialmente *Scrofulariaceae*, nelle quali dal sacco embrionale partono delle specie di austori che penetrano nei tessuti e vi attingono materiali nutritizi per l'embrione. — Ora l'esistenza della bolla, soprattutto in quei casi in cui da essa partono dei rami a fondo cieco che si affondano nei tessuti della nucella e dei tegumenti; i rapporti notati fra questi rami a fondo cieco e gli strati interni, ricchi di sostanze nutritizie, del tegumento esterno; la presenza inoltre di un abbondante contenuto nel tubetto pollinico anche dopo avvenuta la fecondazione — mentre è noto che in generale il tubetto pollinico, dopo avvenuta la fecondazione, si svuota e scompare — fanno pensare che, anche nella *Luffa maxima* Hort. ma in special modo nelle *Cucurbita*, il tubetto pollinico abbia, relativamente alla nutrizione dell'embrione, una funzione analoga a quella delle cellule del sospensore o degli austori nei casi su ricordati. Il tubetto pollinico quindi, in questi casi, oltre la funzione ordinaria di trasportare gli elementi sessuali maschili al sacco embrionale, ne compierebbe un'altra pur ben importante qual'è quella di coadiuvare alla nutrizione dell'embrione (2).

PARTE SECONDA

Nel 1823 l'Amici (3) pubblicava la scoperta da lui fatta della germinazione del granello pollinico sullo stigma della *Portulaca oleracea*.

Pochi anni dopo, nel 1826, il Brongniart (4) poteva osservare la germinazione del granello pollinico sullo stigma di diverse piante non solo, ma poteva anche vedere il tubetto pollinico, che in tal modo si produceva, introdursi e penetrare più o meno profondamente nel tessuto dello stigma. Egli ammise che, percorso questo tratto, il tubetto pollinico si aprisse alla sua estremità e versasse la sostanza fecondante (*fluide fécondant, granules spermatiques*) negli « interstizî » del tessuto conduttore, e raffigurò appunto il tessuto conduttore con i « granuli spermatici » che ne hanno slontanato le cellule. La figura A, qui accanto, è la copia della fig. G tav. 38 del suo lavoro, e rappresenta porzione del tessuto conduttore con i « granuli spermatici » della *Pepo*

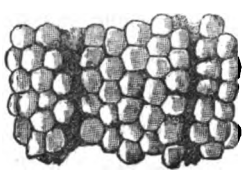


Fig. A.

(1) Balicka-Iwanowska G., *Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certaines Gamopétales*. Flora, Bd. 86 (1899), pag. 47.

(2) *Nota inserita durante la stampa*. — Ricerche ulteriori da me fatte mi hanno convinto che l'embrione delle *Cucurbita* viene nutrito per mezzo del tubetto pollinico. Cfr.: Longo B., *La nutrizione dell'embrione delle Cucurbita operata per mezzo del tubetto pollinico*. Rend. d. R. Accad. dei Lincei, Classe d. sc. fis., mat e nat. Vol. XII, 1° sem., ser. 5ª (3 maggio 1903) pag. 359.

(3) Amici G. B., *Osservazioni microscopiche sopra varie piante*. Atti della Soc. Ital. d. Scienze, t. XIX. Modena, 1823, pag. 23, fig. XVI.

(4) Brongniart A., *Mémoire sur la Génération et le Développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames* (Lu à l'Académie des Sciences le 26 décembre 1826). Annales de Sc. Nat., t. XII (1827).

Digitized by Google

macrocarpus Rich. (*Cucurbita maxima* Duch.). Il Brongniart ammise ancora che questa sostanza fecondante sarebbe poi stata raccolta da un tubetto emanante dall'apice della nucella (*tube conducteur du mamelon d'imprégnation de l'amande*) per essere portata al sacco embrionale.

Nel 1830, in una sua lettera diretta al Mirbel, l'Amici [1] confermava l'osservazione fatta dal Brongniart per quel che riguardava la penetrazione del tubetto pollinico nello stigma, ma negava il versarsi della sostanza fecondante negli spazi intercellulari del tessuto conduttore — fatto, che il Brongniart, come ho detto, aveva descritto e disegnato —, giacchè egli aveva veduto il tubetto pollinico continuarsi ininterrotto dallo stigma fin nel micropilo dell'ovulo. « *C'est le boyau lui-même* — egli scrive — *qui peu à peu s'allonge, descend par le style, et va se mettre en contact avec l'amande* ». Anzi a questo stesso proposito l'Amici intuisce la vera funzione del tessuto conduttore, giacchè suppone che, oltre ad essere guidato, « *le boyau reçoit de ce tissu une nourriture et un accroissement de matière pour pouvoir se distendre jusqu'à la longueur nécessaire* ».

Finalmente, nella prima riunione degli scienziati italiani tenuta a Pisa nel 1839 [2], l'Amici ritorna ancora sulla questione mostrando i relativi preparati microscopici e delle figure in cera, da lui fatte eseguire dall'artefice Calamai, rappresentanti il percorso ininterrotto del tubetto pollinico nella Zucca dallo stigma al micropilo dell'ovulo e delle quali la tavola I è la riproduzione fotografica [3].

È ben noto che le ricerche posteriori in proposito non fecero che confermare pienamente, per tutte le Angiosperme studiate, il fatto sostenuto dall'Amici.

Stabilito questo, fu pure stabilita la via che il tubetto pollinico segue per giungere dallo stigma al sacco embrionale; e, basandosi sulle ricerche fatte, si ritenne, fin a non molti anni sono, come un fatto generale per tutte le Angiosperme, che il tubetto pollinico, giunto all'ovulo, percorresse sempre il micropilo ed il canale micropilare prima di arrivare al sacco embrionale.

I risultati delle ricerche del Treub [4], pubblicati nel 1891, vennero però a dimostrare che vi era un gruppo di piante, le Casuarinee, nelle quali il comportamento del tubetto pollinico era notevolmente differente da quello che si era creduto assolutamente generale per tutte le Angiosperme. Egli trovava, infatti, che nelle *Casuarina* il tubetto pollinico, sempre percorrendo l'interno dei tessuti, arriva alla calaza, penetra per essa nella nucella e raggiunge poi il sacco embrionale senza quindi seguire la via del micropilo e del canale micropilare. E il Treub, basandosi specialmente su questo fatto, ritenne che le Casuarinee dovessero separarsi dalle rimanenti Angiosperme

(1) *Note sur le mode d'action du pollen sur le stigmate; extrait d'une lettre de M. Amici à M. Mirbel* (Modena, 3 luglio 1830). Ann. d. Sc. Nat., t. XXI (1830).

(2) *Atti della prima riunione degli scienziati italiani tenuta in Pisa nell'ottobre del 1839*, pag. 136 e seg., e pag. 146.

(3) Credo inopportuno rilevare le inesattezze di struttura dell'ovario, dell'ovulo e del percorso del tubetto pollinico nei lavori dell'Amici e del Brongniart per quanto si riferisce alla Zucca, sia per l'epoca in cui sono stati pubblicati sia per lo scopo che questi autori si prefiggevano.

(4) Treub M., *Sur les Casuarinées et leur place dans le sistème naturel.* Ann. Jard. Buitenzorg, t. X.

Digitized by Google

per formarne un gruppo a sè che egli chiamò delle *Calazogame*, mentre diede il nome di *Porogame* a tutte le altre Angiosperme (Monocotiledoni e Dicotiledoni). Egli ritenne inoltre che le Casuarinee non si dovessero considerare « *comme famille transitoire entre les Gymnospermes d'aujourd'hui et les autres Angiospermes vivant actuellement* » (1). Ammise, infatti, che con la comparsa della Angiospermia, per cui il micropilo aveva perduto la sua funzione di canale conduttore del granello pollinico fino alla nucella, il tubetto pollinico — germinando il granello di polline non più sulla nucella, ma ad una certa distanza da essa, cioè sullo stigma — avesse dovuto cercarsi una nuova via per raggiungere la nucella, via che per la maggioranza delle Angiosperme attuali (Porogame) sarebbe stata quella prima seguìta dal granello di polline, cioè il micropilo, per altre (Calazogame) la calaza.

Ma ricerche posteriori vennero a dimostrare che questo nuovo modo di percorso del tubetto pollinico non era esclusivo delle sole Casuarinee. Infatti la calazogamia veniva trovata dal Nawaschin (2) e dalla Benson (3) in diverse Dicotiledoni inferiori: *Betulaceae*, *Corylaceae*, *Juglandaceae*.

Il Nawaschin trovava inoltre nell' *Ulmus effusa* (4) da prima, e poi anche nell' *U. pedunculata* e nell' *U. montana* (5), che il tubetto pollinico segue una via alquanto diversa da quella seguìta nelle calazogame: in essi, infatti, il tubetto pollinico non entra pel micropilo nè per la calaza, ma ordinariamente, dopo aver percorso l'interno del funicolo, l'interno del tegumento esterno e di quello interno, raggiunge il fondo del canale micropilare e subito entra nell'apice della nucella; talora invece il tubetto pollinico manda rami a fondo cieco che arrivano fin nella cavità dell'ovario e nella cavità compresa fra i due tegumenti (*taschenförmige Höhlung*); talora anche può raggiungere la calaza.

Riguardo poi al significato della Calazogamia il Nawaschin ritenne, all'opposto del Treub, che essa rappresentasse *uno degli stadi di passaggio dall'accrescimento intercellulare del tubetto pollinico nelle Gimnosperme* (6) *al libero accrescimento di esso attraverso la cavità ovarica nelle Angiosperme* (7). Tentò egli inoltre di

(1) Treub M., op. cit., pag. 218.

(2) Nawaschin S., *Zur Embryobildung der Birke* (Vorlaüfige Mittheilung). Letta il 18 novembre 1892. Bull. Acad. Imp. d. Sc. d. St. Pétersbourg. Sér. III, t XXXV, n. 3; *Id.*, *Ueber die gemeine Birke (Betula alba* L.*) und die morphologische Deutung der Chalazogamie.* Mém. Acc. Imp. d. Sc. d. St. Pétersbourg. Sér. VII, t. XLII, n. 12. Letta il 7 settembre 1894; *Id.*, *Neue Ergebnisse über die Embryologie der Hasel* (*Corylus Avellana*). Bot. Centrbl. Bd. 63 (1895), pag. 104; *Id.*, *Ein neues Beispiel der Chalazogamie.* Bot. Centrbl. Bd. 63 (1895), pag. 353; *Id.*, *Zur Entwickelungsgeschichte der Chalazogamen. Corylus Avellana* L. Bull. Acad. Imp. d. Sc. d. St. Pétersbourg. Bd. X, n. 4 (presentata il 30 settembre 1898); *Id*, Bot. Centrbl. Bd. 77 (1899), pag. 106.

(3) Benson M., *Contributions to the embryology of the Amentiferae.* P. I. (Letta il 15 giugno 1893). The Trans. of the Linn. Soc. of London. Bot. ser. II, vol. III.

(4) Nawaschin S., *Ueber die gemeine Birke (Betula alba* L.), loc. cit. pag. 33.

(5) Nawaschin S., *Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme.* Bull. d. l'Acad. imp. d. Sc. d. St. Pétersbourg. Sér. V, t. VIII, pag. 345. Presentata il 18 marzo 1898.

(6) L'A. parla veramente di ovario delle Gimnosperme (*gymnospermer Fruchtknoten*) giacchè egli, ritornando all'antica idea dell'Agardh, considera l'ovulo delle Gimnosperme come un ovario.

(7) Nawaschin S.. *Ueber die gemeine Birke* ecc., l. c., pag. 34.

Digitized by Google

stabilire la causa che avrebbe determinata la calazogamia, e ritenne dapprima che tale causa sarebbe stata la *ramificazione o segmentazione della placenta, cioè la formazione di ovuli laterali*; ed infatti faceva notare che la calazogamia non era stata trovata nelle piante che hanno conservato il più semplice modo di placentazione, nelle quali cioè si sviluppa un unico ovulo terminale (1). Ma, dopo che ebbe trovata la calazogamia anche nell' *Juglans*, che presenta una placenta centrale con un unico ovulo terminale ortotropo, il Nawaschin riconobbe che questo fatto toglieva valore alla sua prima opinione e — ritenendo sempre che la calazogamia rappresentasse uno degli stadi di passaggio dall'accrescimento intercellulare del tubetto pollinico nelle Gimnosperme al libero accrescimento di esso attraverso la cavità ovarica nelle Angiosperme — ammise che la causa determinante la calazogamia fosse *soltanto la incapacità del tubetto pollinico di crescere attraverso le cavità* (2). Ed il comportamento del tubetto pollinico da lui trovato nell' *Ulmus* sembrava anche esso appoggiare questa sua teoria giacchè il Nawaschin lo considera, sia morfologicamente sia filogeneticamente, come forma intermedia fra la calazogamia e la porogamia (3).

In seguito lo Zinger (4) venne colle sue ricerche sulle *Cannabinaceae* a far conoscere che anche in queste piante il tubetto pollinico ha un percorso intercellulare: esso, infatti, scorrendo sempre nell'interno dei tessuti, attraversa lo stilo, la parete dell'apice dell'ovario, poi il tegumento esterno e quindi l'apice dell'interno, che non lascia canale micropilare, e così arriva all'apice della nucella, senza quindi entrare nella cavità ovarica. E lo Zinger si associa senz'altro alla teoria del Nawaschin che attribuisce alla calazogamia un valore filogenetico.

Poco dopo il prof. R. Pirotta ed io (5), studiando il *Cynomorium coccineum* Lin., trovammo che in questa pianta il tubetto pollinico, giunto nell'ovario all'apice dell'ovulo, non trova nè micropilo nè canale micropilare, ma facendosi strada attraverso uno speciale tessuto che occupa la regione micropilare, giunge all'apice della nucella e quindi al sacco embrionale.

Dalla considerazione del percorso del tubetto pollinico in tutte queste Angiosperme inferiori noi venimmo a far notare come il diverso comportamento del tubetto pollinico si potesse distinguere in due modi ben diversi caratteristici a seconda che il tubetto pollinico compie il suo percorso nell'interno dei tessuti ovvero anche all'esterno di essi, e distinguemmo appunto un percorso *endotropico* (cioè intercellulare) ed un percorso *ectotropico*. Facemmo inoltre anche notare che, sia nell'uno che nel-

(1) Nawaschin S., *Ueber die gemeine Birke* ecc., l. c.

(2) Nawaschin S., *Ein neues Beispiel der Chalazogamie*. Bot. Centrbl. Bd. 63, pag. 355.

(3) Nawaschin S., *Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme*. Bull. d. l'Acad. imp. d. Soc. d. St. Pétersbourg. Sér. V, t. VIII, pag. 357.

(4) Zinger N., *Beiträge zur Kenntniss der weiblichen Blüthen und Inflorescenzen bei Cannabineen*. Flora, Bd. 85 (1898), pag. 189.

(5) Pirotta R. e Longo B., *Basigamia, Mesogamia, Acrogamia*. Rend. d. R. Accad. d. Lincei (Cl. d. sc. fis., mat. e nat.), vol. IX, 1° sem., ser. 5ª. (maggio 1900), pag. 296; *Id. Id., Osservazioni e ricerche sulle Cynomoriaceae Eich. con considerazioni sul percorso del tubo pollinico nelle Angiosperme inferiori*. Ann. d. R. Istit. Bot. di Roma. Ann. IX (1900), pag. 97.

Digitized by Google

l'altro di questi due modi di percorso, il tubetto pollinico può presentare comportamento diverso; e distinguemmo col nome di *Acrogamia* il caso in cui il tubetto pollinico penetra per l'apice morfologico dell'ovulo, col nome di *Basigamia* quello in cui il tubetto pollinico penetra per la base morfologica dell'ovulo, cioè per la calaza, e col nome di *Mesogamia* il caso in cui il tubetto pollinico presenta un comportamento intermedio fra l'uno e l'altro degli altri due casi. L'Acrogamia poi la distinguemmo in Acrogamia *porogama*, quando cioè vi è presenza di micropilo e canale micropilare, ed in Acrogamia *aporogama* quando il micropilo ed il canale micropilare si presentano obliterati. Comprendemmo quindi nelle Basigame le *Casuarinaceae*, le *Corylaceae*, le *Betulaceae* e le *Juglandaceae*, vale a dire quelle Angiosperme inferiori in cui si presenta la vera calazogamia; nelle Mesogame le *Ulmaceae* e le *Cannabinaceae*; nelle Acrogame aporogame le *Cynomoriaceae*, nelle Acrogame porogame le *Fagaceae*.... e le Angiosperme superiori.

Riguardo poi al significato del percorso endotropico del tubetto pollinico, anche noi gli attribuimmo, associandoci al Nawaschin, il valore filogenetico che questi aveva attribuito alla calazogamia.

La teoria filogenetica del Nawaschin sembrava da tutti i fatti esposti veramente fondata su solide basi allorchè nuove ricerche vennero a dimostrare l'esistenza di un percorso endotropico del tubetto pollinico anche in piante elevate. Il Murbeck (1) trovava, infatti, un percorso endotropico del tubetto pollinico nella *Alchemilla arvensis* (L.). Scop., ed io stesso (2) poteva osservare un simile percorso in una pianta ancora più elevata, vale a dire nella *Cucurbita Pepo* Lin.

Il caso di un percorso endotropico, già osservato dall'Aschkenasi (3) in alcune specie di *Plantago* e che era rimasto fino allora isolato e quasi dimenticato, si presentava come un altro caso che, insieme coi due nuovi or ora ricordati, veniva a provare che il fenomeno del percorso endotropico del tubetto pollinico non era più un carattere proprio esclusivamente di piante angiosperme inferiori, ma era invece un fenomeno assai più diffuso di quel che si era creduto nelle diverse famiglie vegetali. Tutto ciò, unito anche al fatto che un percorso endotropico del tubetto pollinico manca in molte Angiosperme inferiori, le quali tuttavia, come quelle che lo presentano, si trovano « sul limitare del mondo delle Angiosperme », faceva sì che la teoria del Nawaschin, che sembrava spiegare in modo così soddisfacente il fenomeno, non fosse più sostenibile.

Il Murbeck, dopo alcune considerazioni sui fatti fin allora noti, fa giustamente osservare che alla calazogamia (in generale al percorso intercellulare del tubetto pollinico) non si può più attribuire alcun valore dal punto di vista filogenetico. Egli però ritiene, come il Nawaschin, che il fenomeno sia dovuto alla incapacità del tubetto pollinico di crescere in cavità, se non che egli considera questa incapacità

(1) Murbeck Sv., *Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei Alchemille arvensis* (L.) *Scop. und das Wesen der Chalazogamie.* Lunds Univ. Arsskr. Bd. 36, Afd. 2, n. 9 (11 febbraio 1901).

(2) Longo B., *La mesogamia nella comune Zucca* (*Cucurbita Pepo* Lin.). Rend. d. R. Accad. dei Lincei (Cl. d. sc. fis., mat. e nat.), vol. X, 1° sem., ser. 5ª (3 marzo 1901), pag. 168.

(3) Aschkenasi E., in Botan. Centrbl. Bd. LXIII, pag. 355 in nota 3.

Digitized by Google

come una pura proprietà fisiologica del tubetto pollinico delle piante in cui esso ha percorso endotropico. Anzi basandosi specialmente sulla presenza del micropilo e del canale micropilare in piante nelle quali il tubetto pollinico ha percorso endotropico, crede di poter ammettere che la porogamia rappresenti il modo di fecondazione originario delle Angiosperme e che la calazogamia (od in generale il percorso intercellulare del tubetto pollinico) sia un fenomeno posteriore.

Poco tempo dopo di aver reso di pubblica ragione la mesogamia nella comune Zucca (*Cucurbita Pepo* Lin.) pubblicai un'altra Nota (1) nella quale discussi sul significato del percorso endotroprico del tubetto pollinico ed alla quale fui indotto dai risultati ottenuti in seguito ad una semplicissima esperienza. Considerando che tanto il Nawaschin quanto il Murbeck avevano ammesso pel tubetto pollinico a percorso endotropico *una incapacità di crescere in cavità*, io mi dimandai se realmente questo tubetto pollinico fosse incapace di crescere in cavità. Tentai perciò di far germinare il polline di quelle piante in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico e che potei allora avere a mia disposizione sopra una semplice lastrina di vetro in aria umida (2); ed avendo così potuto ottenere la germinazione del polline dell'*Humulus Lupulus* Lin. e della *Cannabis sativa* Lin., venni alla conclusione che *la causa determinante il percorso endotropico del tubetto pollinico non è più da ricercarsi nella sua incapacità di crescere in cavità.* E, basandomi sul fatto che i tubetti pollinici delle piante in cui essi hanno percorso endotropico, come quelli che hanno percorso ectotropico, allorchè il polline germina sulla lastrina di vetro in aria umida, si dirigono in tutte le direzioni e non in una sola determinata come quando il polline germina sullo stigma. accennai ad una possibile spiegazione del fenomeno del percorso endotropico ammettendo, cioè, che nelle piante in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico, come nelle Porogame, *la via percorsa dal tubetto pollinico sia determinata dalla presenza di speciali sostanze chemotattiche che si svilupperebbero nelle prime all'interno dei tessuti, come nelle seconde alla superficie di essi.*

Feci inoltre rilevare che la presenza del micropilo in piante calazogame, sul qual fatto sopra tutto si basa il Murbeck per ritenere che il modo di fecondazione originario per le Angiosperme sarebbe stato la Porogamia, si poteva interpretare come un carattere ereditato dalle Gimnosperme, nell'ovulo delle quali esiste sempre un micropilo.

Come mi ero proposto nella mia ultima Nota citata (3), non appena ebbi a mia disposizione il polline di altre piante in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico ripetei l'esperienza che già avevo fatta col polline dell'*Humulus Lupulus*

(1) Longo B., *Sul significato del percorso endotropico del tubetto pollinico.* Rend. d. R. Acc. dei Lincei (Cl. d. sc. fis., mat. e nat.), vol. X, sem. 2°, ser. 5ª (luglio 1901), pag. 50.

(2) Ho creduto di dover condurre così l'esperienza, e non nelle solite soluzioni nutritizie, per escludere assolutamente delle condizioni che potessero, anche lontanamente, far pensare ad un accrescimento del tubetto pollinico non assolutamente ectotropico.

(3) Longo B., *Sul significato del percorso endotropico del tubetto pollinico,* l. c. pag. 52, nota 5.

Digitized by Google

Lin. e della *Cannabis sativa* Lin., e per le piante da me sperimentate: *Casuarina quadrivalvis* Lab., *Corylus Avellana* Lin., *Alnus glutinosa* Gaertn., *Juglans regia* Lin. (1), ottenni la germinazione del polline in aria umida. Anche il polline di queste piante non è quindi incapace, come quello del Luppolo e della Canapa, di crescere in cavità.

Ed estendendo poi l'esperienza anche al polline di alcune Gimnosperme: *Picea excelsa* Lk., *Pinus Parolinianа* Webb., *P. halepensis* Mill., *P. Maderensis* Ten., ottenni anche per esso la germinazione in aria umida. Il tubetto pollinico quindi delle Gimnosperme, che per la speciale struttura dell'ovulo e per la speciale impollinazione micropilare ha sempre percorso endotropico, non è tuttavia neppure esso incapace di crescere in cavità. Quindi, qualora anche l'esperienza avesse dimostrato che il tubetto pollinico di quelle Angiosperme in cui esso ha percorso endotropico fosse incapace di crescere in cavità, questa proprietà non potrebbe più considerarsi come un carattere ereditato dalle Gimnosperme giacchè l'esperienza stessa ci prova che queste ultime mancano di una tale incapacità.

Ritornando ora sulla questione della causa che determinerebbe il diverso comportamento del tubetto pollinico nelle piante porogame ed in quelle in cui esso ha percorso endotropico dirò, in quel che segue, come dai nuovi fatti osservati e da nuove considerazioni io sia venuto sempre più convincendomi che la spiegazione più attendibile sia quella cui ho già accennato nella mia ultima Nota su ricordata.

Per quanto riguarda le piante porogame è nota, per una ricca bibliografia in proposito, l'esistenza di un tessuto (*tessuto conduttore*) dotato di proprietà speciali che lo rendono atto a guidare ed a nutrire il tubetto pollinico durante il suo percorso dallo stigma all'ovulo. Questa conduzione sarebbe operata sia meccanicamente, sia, soprattutto, chemotatticamente come è stato dimostrato dal Molisch (2) e dal Miyoshi (3), i quali poterono stabilire sperimentalmente la presenza di speciali sostanze (zucchero ecc.) capaci di esercitare un'azione direttiva sul tubetto pollinico.

La prima idea che sorge ora spontanea è quella di ricercare se anche nelle piante in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico vi sia, come nelle Porogame, un tessuto conduttore che guidi e nutrisca nel suo percorso il tubetto pollinico. È perciò

(1) Credo opportuno ricordare che, fra le piante da me sperimentate, presentarono la germinazione del polline in aria umida anche l'*Ostrya carpinifolia* Scop., l'*Alnus rubra* Bongard e l'*Ulmus campestris* Lin. (in questo ultimo i tubetti pollinici presentavansi frequentemente bitorzoluti e talora anche con dei rami laterali a fondo cieco), nelle quali — quantunque non si abbiano dati in proposito — tuttavia non è improbabile che, come nelle loro affini, il tubetto pollinico presenti un percorso endotropico. Ricordo inoltre che nelle stesse condizioni non ho potuto ottenere la germinazione del polline della *Cucurbita Pepo* Lin.; tuttavia, come già feci notare nella mia ultima Nota (pag. 53, in nota), se da ciò non si può dedurre la capacità del tubetto pollinico della *Cucurbita Pepo* Lin. di crescere in cavità, non si può neppure negare una tale capacità giacchè è noto che nemmeno tutte le Porogame posseggono polline capace di germinare in aria umida.

(2) Molisch H., *Zur Physiologie des Pollens, mit besonderer Bücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche.* Sitzungsber. d. Mathem. — Naturwiss. Cl. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 102. Abth. I (Vienna, 1893), pag. 423.

(3) Miyoshi M., *Ueber Beizbewegungen der Pollenschläuche.* Flora, Bd. 78 (1894), pag. 76.

Digitized by Google

necessario di studiare sotto questo punto di vista le piante in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico.

Consideriamo perciò anzitutto quanto abbiamo già detto parlando delle diverse specie di *Cucurbita*. Abbiamo antecedentemente fatto rilevare in queste diverse specie la presenza di un tessuto conduttore ben distinto, che si continua ininterrotto dallo stigma all'ovulo e nel quale scorre il tubetto pollinico. Abbiamo pure veduto che questo tessuto, che in tutte le *Cucurbita* forma nell'ovario delle lamelle disposte in modo caratteristico, presenta invece nell'ovulo disposizioni diverse a seconda delle diverse specie e talora persino dei diversi ovuli di uno stesso ovario. Abbiamo inoltre veduto che il tubetto pollinico segue sempre la medesima via attraverso lo stilo e l'ovario, ma, giunto all'ovulo, presenta un ulteriore percorso variabile a seconda delle diverse specie e perfino talora degli ovuli di uno stesso ovario. Abbiamo poi già fatto rilevare che fra la via seguìta dal tubetto pollinico nei diversi casi e la disposizione del tessuto conduttore vi è uno strettissimo rapporto — il tubetto pollinico segue questo spesso tessuto conduttore sempre per intero fin dove esso si presenta.

Come già abbiamo visto, infatti, nella *Cucurbita Pepo* Lin., in cui il tessuto conduttore si prolunga fin a contatto dell'apice della nucella, il tubetto pollinico ha un percorso completamente endotropico giacchè dal tessuto conduttore penetra nel tessuto della nucella per compiere in questo, nel modo descritto, il suo ulteriore percorso. Nella *C. maxima* Duch., nella *C. Melopepo* Lin., nella *C. ficifolia* Bauch. e nella *C. foetidissima* H. B. et K., nelle quali il tessuto conduttoro si arresta nel funicolo, il tubetto pollinico, giunto al termine di questo tessuto conduttore, compie il suo ulteriore percorso ectotropicamente fin all'apice della nucella, comportandosi quindi, in questo breve tratto, come si comporta per tutto il suo percorso nell'ovario il tubetto pollinico delle specie appartenenti agli altri generi di *Cucurbitaceae*. Nella varietà spesso ricordata di *Cucurbita maxima* Duch., in cui la disposizione del tessuto conduttore può variare anche negli ovuli appartenenti ad uno stesso ovario, varia pure corrispondentemente il percorso del tubetto pollinico in questi ovuli; e dico corrispondentemente giacchè i fatti sono così evidenti da non lasciare dubbio che il diverso cammino seguìto dal tubetto pollinico in tali ovuli non sia che una diretta conseguenza della speciale e variabile disposizione del tessuto conduttore medesimo.

Mi pare quindi che non vi sia dubbio che questo tessuto speciale delle *Cucurbita* non abbia valore diverso dal tessuto conduttore delle piante Porogame.

Dopo aver brevemente riassunto quanto ho potuto direttamente stabilire per le diverse specie di *Cucurbita* da me studiate, sarebbe importante di considerare sotto il medesimo punto di vista le piante con tubetto pollinico a percorso endotropico che furono studiate dagli altri autori. Io non ho a questo riguardo dirette osservazioni, tuttavia cercherò di esporre brevemente quanto ho creduto di poter rilevare sia dalla descrizione che ne fanno questi autori, sia dalle figure che accompagnano i loro lavori.

Riguardo all'*Alchemilla arvensis* (L.) Scop., il Murbeck, descrivendo la via seguìta dal tubetto pollinico, dice che esso scorre anzitutto nello stilo aprendosi la via in uno speciale tessuto che ne occupa il centro e che è costituito di cellule allungate, molto più piccole delle circostanti, ricche di plasma e mancanti di spazi intercellulari; che scorre poi attraverso un parenchima, costituito da cellule isodia-

Digitized by Google

metriche, anch'esse ricche di plasma, a pareti molto sottili e che si continua dalla base dello stilo fin nella calaza dell'ovulo; che scorre in seguito nel tegumento dal lato rivolto verso lo stilo, nel quale lato *soltanto* trovasi uno speciale tessuto, che presenta per la sua struttura perfetta analogia con quello centrale dello stilo, e nel quale appunto prosegue la sua via il tubetto pollinico. La figura 2, tav. I, del lavoro del Murbeck, illustra quanto sopra. Quindi anche nell'*Alchemilla arvensis* (L.) Scop. il tubetto pollinico scorre nell'interno di tessuti che si differenziano dai tessuti circostanti e che pei loro caratteri presentano analogia con quello speciale tessuto che guida e nutrisce il tubetto pollinico nelle *Cucurbita*: anche nell'*Alchemilla arvensis* (L.) Scop. dunque non mi pare che vi sia difficoltà ad ammettere la presenza di un tessuto che ha perfetta analogia col tessuto conduttore delle Porogame.

Anche nelle *Cannabinaceae* lo Zinger parla di un tessuto che si differenzia dal parenchima circostante per essere costituito da cellule più piccole e più ricche di contenuto plasmatico e che costituisce un cordone che dall'apice dell'ovario, dal punto d'inserzione degli stili, si prolunga fin al lato dorsale del tegumento esterno dell'ovulo; ed è nell'interno di questo speciale tessuto che, nelle *Cannabinaceae*, il tubetto pollinico percorre la sua via dalla base degli stili fin all'ovulo.

Anche il Nawaschin parla nell'*Juglans* di un tessuto conduttore nella parete dell'ovario e che è, egli dice, una diretta continuazione del tessuto conduttore dello stilo.

Nella *Betula alba* L. però il Nawaschin nega la presenza di uno speciale tessuto secretore lungo il cammino del tubetto pollinico, che possa servire ad attirarlo e dice che sembra che in questo caso il tubetto pollinico segua la via degli spazi intercellulari: in altri termini il tubetto pollinico sarebbe qui guidato meccanicamente. Il Nawaschin non ammette neppure che nel suo ultimo tratto il tubetto pollinico sia attratto chemotatticamente pel fatto che, quando esso arriva all'apice del sacco embrionale, i sinergidi non sono ancora differenziati, appoggiandosi perciò sulla ipotesi dello Strasburger, secondo la quale i sinergidi sarebbero quelli che, secernendo sostanze chemotattiche, determinerebbero l'arrivo del tubetto pollinico al sacco embrionale. Ora la ragione addotta dal Nawaschin per negare qualsiasi azione chemotattica sul tubetto pollinico nell'ultimo tratto del suo percorso non mi sembra soddisfacente, in quanto che, pur ammettendo per la grande maggioranza delle piante che questa speciale azione chemotattica sul tubetto pollinico, nell'ultimo tratto del suo percorso, possa essere esercitata dai sinergidi, tuttavia credo che si possa benissimo supporre che accada qui quel che si verifica in generale per tutte le funzioni, che cioè questa stessa funzione possa essere in altre piante compiuta da altri organi, i quali potrebbero essere nel caso della *Betula alba* L. già completamente sviluppati e quindi attivi prima ancora che i sinergidi si fossero differenziati. Del resto anche la Benson [1], parlando dell'*Alnus glutinosa* Gaertn., ammette per es. come non improbabile che lo stimolo chimico sul tubetto pollinico sia esercitato dalle « cellule del tappeto ».

Finalmente anche a proposito dell'*Ulmus*, il Nawaschin [2] ritiene che, non seguendo qui il tubetto pollinico un determinato cammino, non si possa parlare nè di

[1] Benson M., op. cit., pag. 414.
[2] Nawaschin S., *Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei der Ulme*. Loc. cit., pag. 356.

Digitized by Google

conduzione meccanica, nè chemotropica (diretta). Veramente il fatto che la via seguìta dal tubetto pollinico nelle diverse specie di *Ulmus* studiate dal Nawaschin non è costante, mi sembra non essere sufficiente per negare qualsiasi azione conduttrice sul tubetto pollinico. Abbiamo, infatti, già fatto rilevare il caso delle *Cucurbita* nelle quali, pur essendovi un tessuto conduttore ben differenziato, tuttavia il percorso del tubetto pollinico è tutt'altro che costante, potendo variare non solo da specie a specie, non solo in una medesima specie, ma perfino negli ovuli appartenenti ad un medesimo ovario. E poi se si ha già difficoltà ad ammettere una pura conduzione meccanica del tubetto pollinico in tutto il suo percorso, come nella *Betula alba* L., tanta maggiore difficoltà si ha qui a negare l'esistenza di qualsiasi conduzione sia meccanica sia chemotattica del tubetto pollinico. Del resto se si volesse ammettere col Nawaschin che il tubetto pollinico nell' *Ulmus* non fosse condotto nè chemotatticamente nè meccanicamente, si dovrebbe allora necessariamente ammettere che il tubetto pollinico, per proprietà insite in sè stesso, potesse dallo stigma dirigersi verso il sacco embrionale e raggiungerlo. Ma, date le attuali idee della scienza, non è possibile ammettere che il tubetto pollinico di per sè stesso, quasi conscio del suo ufficio, vada a trovare l'elemento femmineo. D'altra parte le osservazioni non che le più accurate esperienze hanno messo in luce per tutte le piante studiate a questo riguardo, che è assolutamente necessaria la presenza di speciali stimoli perchè il tubetto pollinico — che nell'assenza di essi o sotto la loro azione equilaterale si dirige indifferentemente in tutte le direzioni — prenda una direzione unica, ben determinata, come pure la presenza di speciali disposizioni nell'ovario e nell'ovulo perchè il tubetto pollinico sia condotto a compiere il suo ufficio. Del resto se si considera che la materia vivente è straordinariamente sensibile alle più deboli eccitazioni, se si considera che il Pfeffer (1) potè ottenere un'azione chemotattica sugli spermatozoi delle Felci anche con una soluzione di 0,001 % di acido malico, mi pare che si abbia più difficoltà a negare la presenza di qualsiasi sostanza chemotattica che a supporre che essa sia presente in quantità così minima da sfuggire alla nostra analisi diretta!

Da quanto precede possiamo dunque rilevare l'esistenza ben stabilita in alcune piante, in cui il tubetto pollinico ha percorso endotropico (*Cucurbita*, ecc.), di un tessuto ben differenziato (tessuto conduttore) nel quale scorre il tubetto pollinico; d'altra parte diverse considerazioni ci inducono ad ammettere che in generale, anche in tutte le altre piante appartenenti a questa categoria, il tubetto pollinico sia guidato da speciali stimoli chemotattici; sicchè possiamo dire che nelle piante con tubetto pollinico a percorso endotropico, come nelle Porogame, la via seguìta dal tubetto pollinico è in rapporto con la presenza di speciali tessuti od in generale con la presenza di speciali sostanze agenti chemotatticamente.

A questo riguardo cade opportuno ricordare il fatto constatato dal Leclerc du Lablon (2) nei fiori cleistogami della *Viola odorata*. In questi fiori, in cui i granelli

(1) Pfeffer W., *Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize*. Unters. aus dem bot. Instit. zu Tübingen. Bd. I, Heft III (1884).

(2) Leclerc du Sablon, *Recherches sur les fleurs cléistogames*. Revue génér. d. Bot., t. XII (1900), pag. 305 con figg. 108-111 nel testo.

Digitized by Google

di polline germinano producendo i tubetti pollinici nell' interno dei sacchi pollinici, si trova all'apice di ciascun sacco pollinico, in una regione ben determinata, un tessuto particolare, formato da cellule piccole, ricche di citoplasma, con un nucleo relativamente voluminoso, attraverso il quale tessuto passano i tubetti pollinici per raggiungere lo stigma, che si trova immediatamente vicino. La presenza di questo « tessuto conduttore » nell'antera è un'altra prova manifesta che la via seguita dal tubetto pollinico in mezzo ai tessuti è segnata da un tessuto speciale anche in questo caso particolare in cui il tubetto pollinico deve scorrere attraverso delle parti che non appartengono al pistillo.

Ed ora poichè è un fatto noto, appoggiato da esperienze, che, nelle piante porogame, è la presenza di un tessuto conduttore, la presenza di speciali sostanze agenti chemotatticamente, quello che più specialmente determina l'arrivo del tubetto pollinico al sacco embrionale, ne segue che, considerata la questione del diverso comportamento del tubetto pollinico da questo punto di vista, risulta evidente che non vi è più nessuna ragione di attribuire al fenomeno dell'endotropismo un valore essenzialmente diverso da quello dell' ectotropismo. Il percorso del tubetto pollinico sarebbe in fatti determinato, sia nell'uno che nell'altro caso, dalla medesima causa, salvo che nell' uno essa agirebbe nell' interno dei tessuti, nell' altra alla superficie di essi.

Per meglio chiarire questo punto facciamo il confronto fra due piante molto affini, appartenenti alla medesima famiglia: la *Cucurbita Pepo* Lin. ed il *Citrullus vulgaris* Schrad., nelle quali però il tubetto pollinico presenta comportamento del tutto diverso, avendo percorso completamente endotropico nella prima, percorso ectotropico nella seconda. Nel *Citrullus vulgaris* Schrad., durante lo sviluppo dell'ovario, si differenziano nell' interno di esso, come nella *Cucurbita Pepo* Lin., tre cordoni (cordoni placentari) i quali a poco a poco si avvicinano fino a venire in contatto. Però nei punti in cui i cordoni placentari vengono fra loro in contatto, a differenza di quel che ho detto avvenire per la *Cucurbita Pepo* Lin. ed in generale per tutte le *Cucurbita*, le cellule epidermiche dei due cordoni non si saldano, nè si dividono e suddividono, dando luogo a quello speciale tessuto conduttore che è, come abbiamo veduto, caratteristico di tutte le *Cucurbita*. Altrettanto avviene nei punti in cui l'epidermide dei cordoni placentari viene in contatto con l'epidermide interna della parete ovarica, restando anche qui l'epidermide dei cordoni placentari indivisa. In conseguenza di ciò, pur venendo l'ovario del *Citrullus vulgaris* Schrad. a formarsi nel medesimo modo di quello della *Cucurbita Pepo* Lin., in esso però non troviamo in definitiva al posto dello spesso tessuto conduttore della *Cucurbita Pepo* L., che due soli strati di cellule. Si comprende allora come il tubetto pollinico abbia in queste specie un comportamento diverso: endotropico nell'una, ectotropico nell'altra; dovendo nella *Cucurbita Pepo* Lin. farsi strada fra una cellula e l'altra del tessuto conduttore, potendo invece nel *Citrullus vulgaris* Schrad. scorrere fra una epidermide e l'altra nell' interno dell'ovario.

Ma anche semplicissime considerazioni tendono sempre più a farci abbandonare l' idea di considerare l'endotropismo del tubetto pollinico come un fenomeno nettamente distinto dall'ectotropismo: rarissimamente, in fatti, noi possiamo parlare di un

Digitized by Google

percorso del tubetto pollinico completamente ectotropico, giacchè, se ben si considera, anche nelle piante porogame frequentemente il tubetto pollinico per un tratto più o meno lungo segue un percorso endotropico. Talora, infatti, lo stilo essendo pieno, il tubetto pollinico deve aprirsi la via attraverso il tessuto che occupa la parte centrale dello stilo; e così pure, ogni qual volta l'apice della nucella non viene riassobita dal sacco embrionale, il tubetto pollinico deve necessariamente seguire un percorso endotropico attraverso i tessuti della nucella prima di giungere a destinazione.

Da quanto precede si rileva che i due diversi modi di percorso del tubetto pollinico si presentano anche nei diversi generi appartenenti ad una stessa famiglia, nelle diverse specie di uno stesso genere e persino talora nei diversi ovuli di uno stesso ovario, e che possono anzi essere presentati anche da uno stesso tubetto pollinico lungo il suo cammino dallo stigma al sacco embrionale; si rivela inoltre che essi sono in istretto rapporto con la speciale struttura dell'ovario e dell'ovulo, o meglio, in generale, del pistillo.

Ammesso che in ogni caso la via seguita dal tubetto pollinico sia segnata dalla presenza di speciali sostanze chemotattiche, e che il percorso del tubetto pollinico sia endotropico od ectotropico a seconda che queste sostanze si sviluppano rispettivamente nell'interno od alla superficie dei tessuti, possiamo ritenere che questi due modi di percorso siano una conseguenza immediata della speciale struttura del pistillo; e siccome in esso, come in tutte le altre parti del corpo della pianta, possono presentarsi le più grandi varietà di struttura, così ci possiamo spiegare perchè la via seguita dal tubetto pollinico nelle diverse piante possa presentarsi con modalità diverse. La causa diretta però è sempre la stessa: la presenza di sostanze agenti chemotatticamente sul tubetto pollinico. Ciò posto le piante con tubetto pollinico a percorso endotropico rientrano perfettamente nel tipo delle piante porogame non solo, ma il fenomeno immediatamente precedente la fecondazione, la ricerca, cioè, che l'elemento sessuale maschile fa dell'elemento sessuale femmineo, presenta la massima analogia in tutto il regno vegetale — la causa determinante essendo la stessa, sia che il trasporto dell'elemento maschile alla cellula ovo si compia direttamente, o mediante un tubetto pollinico come nelle Sifonogame. Possiamo anzi dire che, ciò posto, il suddetto fenomeno sarebbe determinato nelle piante dalle medesime cause che determinano l'incontro dei due elementi sessuali nel regno animale.

Se ora, dopo ciò, noi ci domandassimo perchè lo stesso scopo sia raggiunto in modo diverso nelle piante porogame ed in quelle in cui il tubetto pollinico compie il suo percorso endotropicamente, noi verremmo in altri termini a domandarci perchè in taluni casi il pistillo presenti una struttura, in altri un'altra. Ma le cause speciali — certo in rapporto anche coi bisogni e con l'utilità della pianta — che presiedono alla produzione di una struttura piuttosto che un'altra del pistillo, come tante altre cause inerenti all'intima struttura del corpo della pianta non che dall'animale, ci sono — pel momento almeno — affatto sconosciute, ed una semplice ipotesi a questo riguardo, dato lo stato attuale delle nostre conoscenze, sarebbe semplicemente azzardata.

Digitized by Google

Digitized by Google

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tav. I.

È la riproduzione fotografica delle figure in cera, rappresentanti il percorso del tubetto pollinico nella Zucca, fatte eseguire dall'Amici.

Tavv. II-VI.

Fig. 1. — Sezione trasversale, schematizzata, di un giovanissimo ovario di *Cucurbita Pepo* Lin. (Oc. 3. Obb. 1. Koristka).

Fig. 2. — Id. in uno stadio un po' più avanzato. (Oc. 3. Obb. 1. Koristka).

Fig. 3. — Id. in uno stadio ancora più avanzato. (Oc. 3. Obb. O. Koristka).

Fig. 4. — Porzione schematizzata di una sezione trasversale di un giovane ovario di *Cucurbita Pepo* Lin. — In esso si osservano gli accenni degli ovuli e il tessuto conduttore in via di differenziazione. (Oc. 3. Obb. 1. Koristka).

Fig. 5. — Id. in uno stadio molto più avanzato. — Il tessuto conduttore e gli ovuli sono quasi a completo sviluppo. (Oc. 1. Obb. 1. Koristka).

Fig. 6. — Porzione dei cordoni placentari in contatto con le loro cellule epidermiche (in sezione trasversale) di *Cucurbita Pepo* Lin. (Oc. 3. Obb. 7. Leitz).

Fig. 7. — Id. con le cellule epidermiche in divisione tangenziale. (Oc. 3. Obb. 7. Leitz).

Fig. 8. — Tessuto conduttore a quasi completo sviluppo dell'ovario di *Cucurbita Pepo* Lin. (Oc. 1. Obb. 7. Leitz).

Fig. 9. — Ovulo (in sez. long.), schematizzato, di *Cucurbita Pepo* Lin. prima della fecondazione. (Oc. 3. Obb. 1. Koristka).

Fig. 10. — Id. dopo la fecondazione. (In questa figura non è stato disegnato alcun ramo a fondo cieco emanante dalla bolla) (Oc. 3. Obb. 1. Koristka).

Fig. 11. — Parte, schematizzata, di un ovulo di *Cucurbita maxima* Duch. dopo la fecondazione. (Oc. 1. Obb. 3. Leitz).

Fig. 12. — Parte, schematizzata, di un ovulo di una varietà di *Cucurbita maxima* Duch. dopo la fecondazione. (Oc. 3. Obb. 3. Leitz).

Fig. 13. — Parte, schematizzata, di un ovulo di *Cucurbita Melopepo* Lin. dopo la fecondazione. (Oc. 3. Obb. 3. Leitz).

Fig. 14. Parte, schematizzata, di un ovulo di *Cucurbita ficifolia* Bouch. dopo la fecondazione (Oc. 3. Obb. 3. Leitz).

Fig. 15. — Parte, schematizzata, di un ovulo di *Cucurbita foetidissima* H. B. et K. dopo la fecondazione. (Oc. 3. Obb. 3. Leitz).

Fig. 16. — Ovulo, schematizzato, di *Citrullus vulgaris* Schrad. dopo la fecondazione. (Oc. 3. Obb. 3. Leitz).

Fig. 17. — Sinergidi di *Cucurbita Pepo* Lin. (Oc. 3. Obb. 7. Leitz).

Fig. 18. — Granello pollinico di *Casuarina quadrivalvis* Lab. germinato sulla gelatina in aria umida. (Oc. 3. Obb. 5. Koristka).

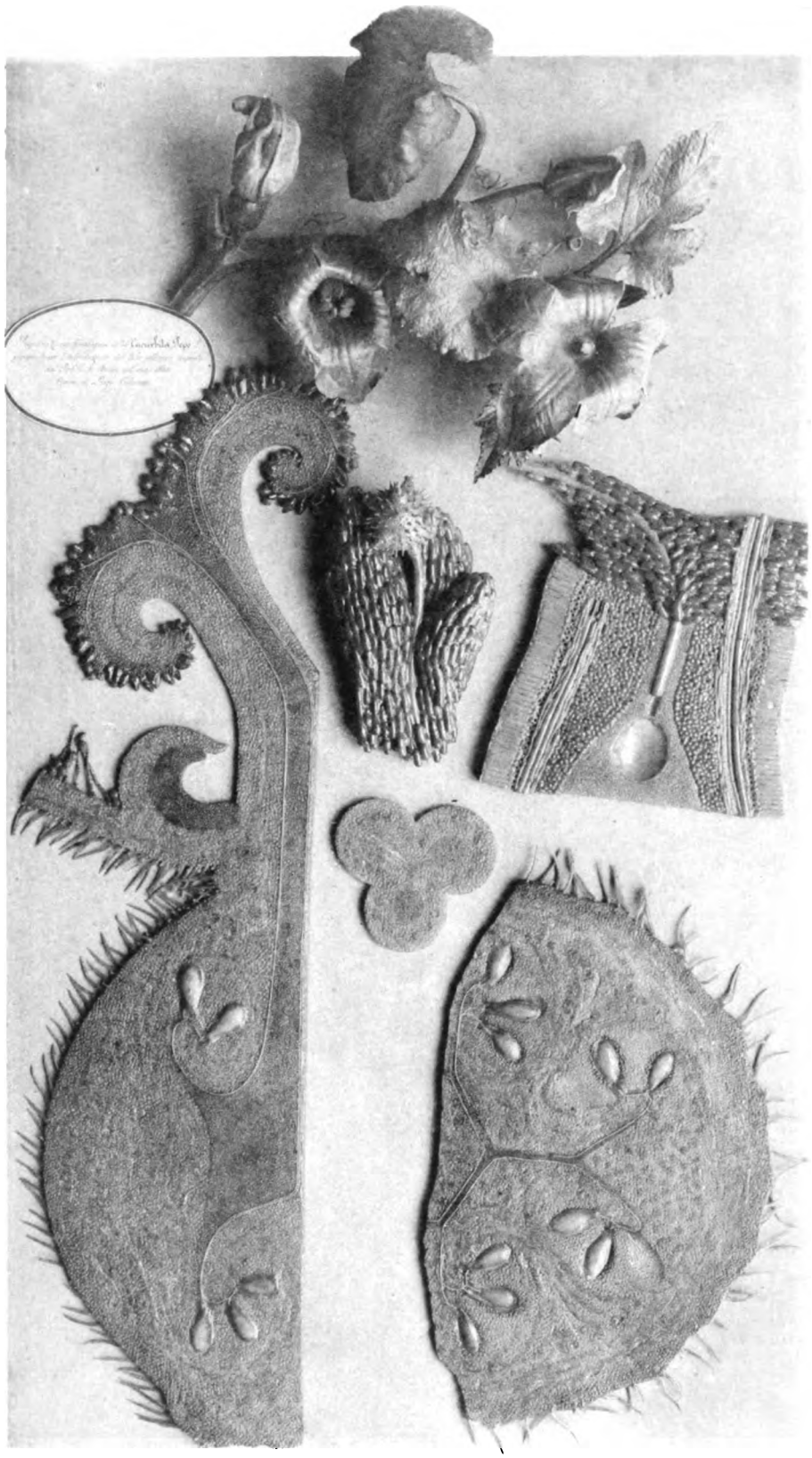
Digitized by Google

Significato delle lettere.

c. e. = cellule epidermiche dei cordoni placentari.
c. o. = cavità dell'ovario.
f. = funicolo.
n. = nucella.
p. o. = polpa (parete) ovarica.
s. e. = sacco embrionale.
t. c. = tessuto conduttore.
t. e. = tegumento esterno.
t. e'. = parte del tegumento esterno unita al funicolo.
t. i. = tegumento interno.
t. p. = tubetto pollinico.

I disegni furono eseguiti con la camera lucida di Abbe ed all'istesso livello del tavolino del microscopio.

Digitized by Google



ROMA - FOTOT. DANESI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

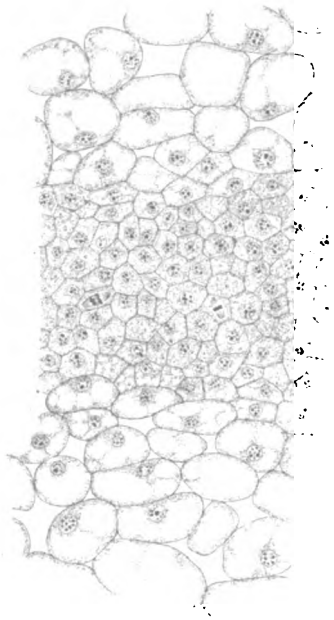


Fig. 8.

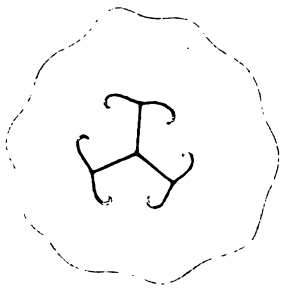


Fig. 3.

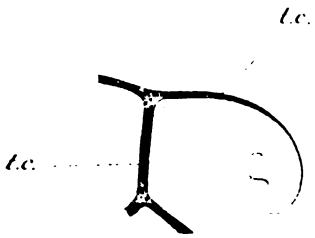


Fig. 4.

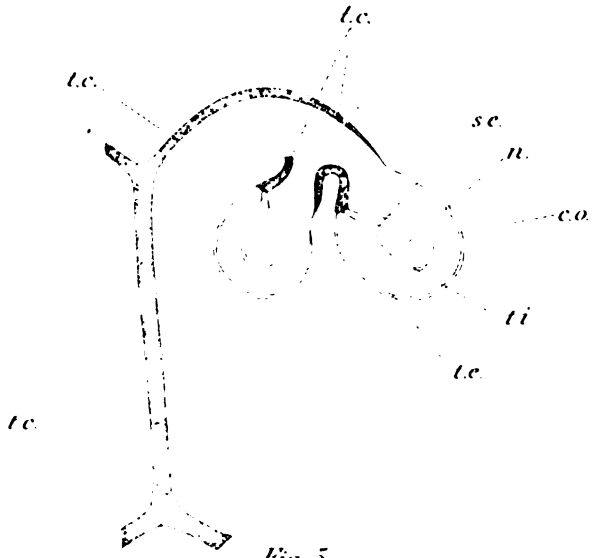


Fig. 5.

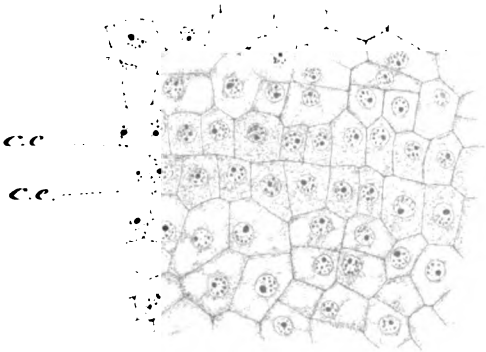


Fig. 6.

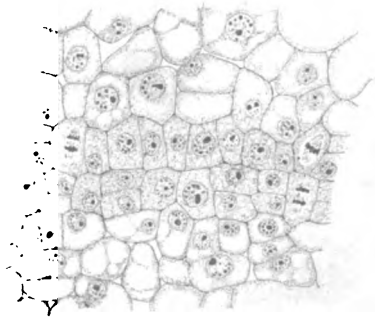


Fig. 7.

Lit. L. Salomone Roma

Digitized by Google

Digitized by Google

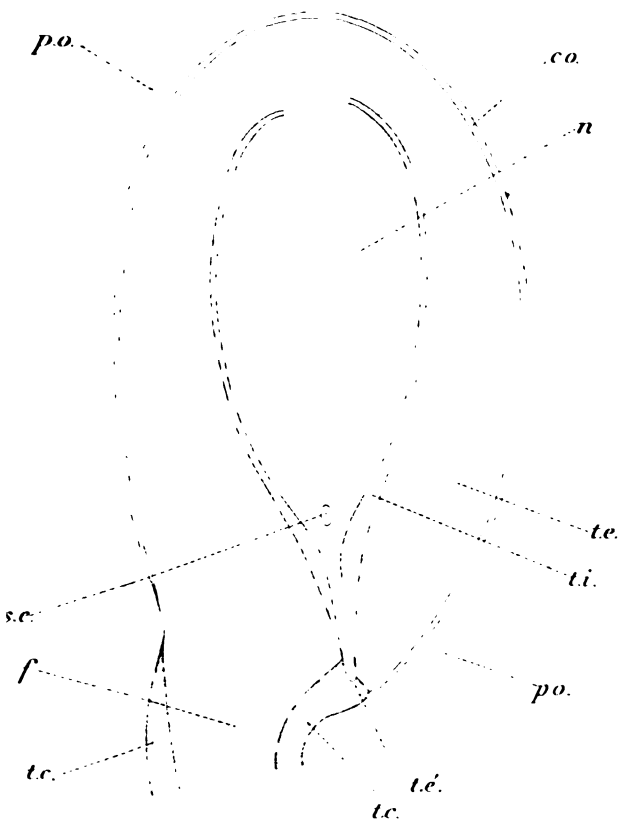


Fig. 9.

Fig. 10.

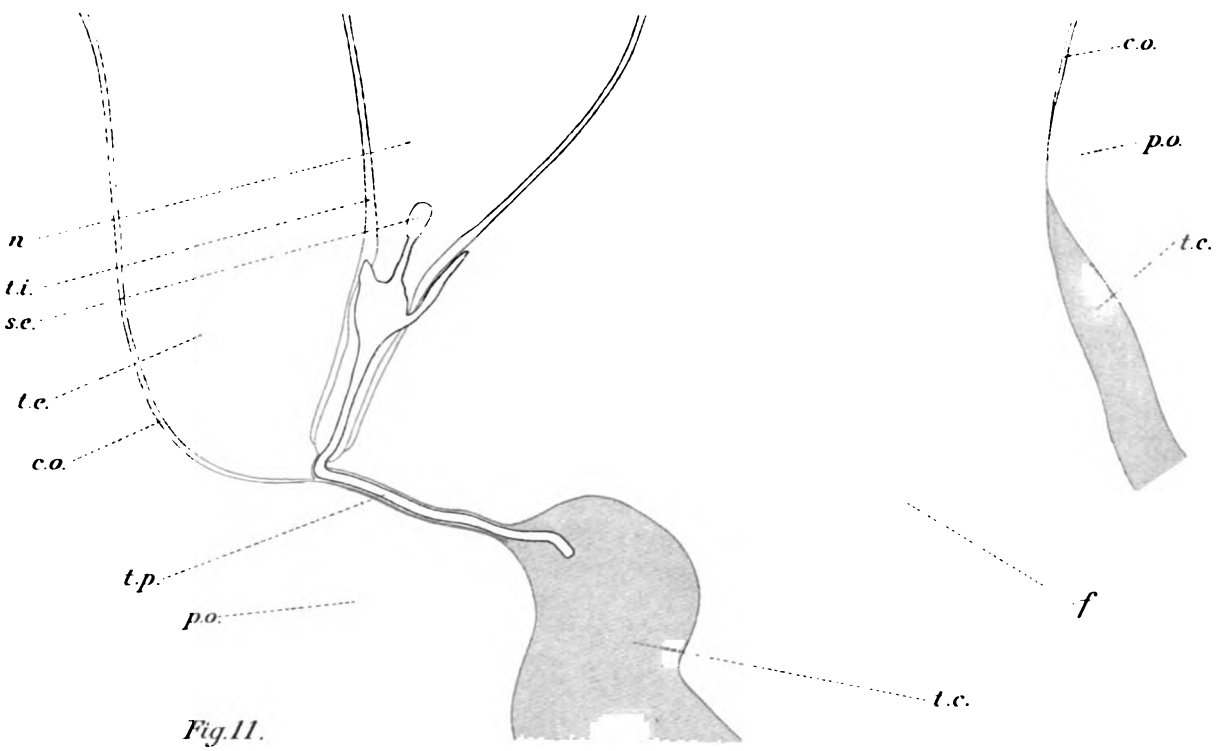


Fig. 11.

B. Longo dis

Lit. I. Salomone Roma

Digitized by Google

Digitized by Google

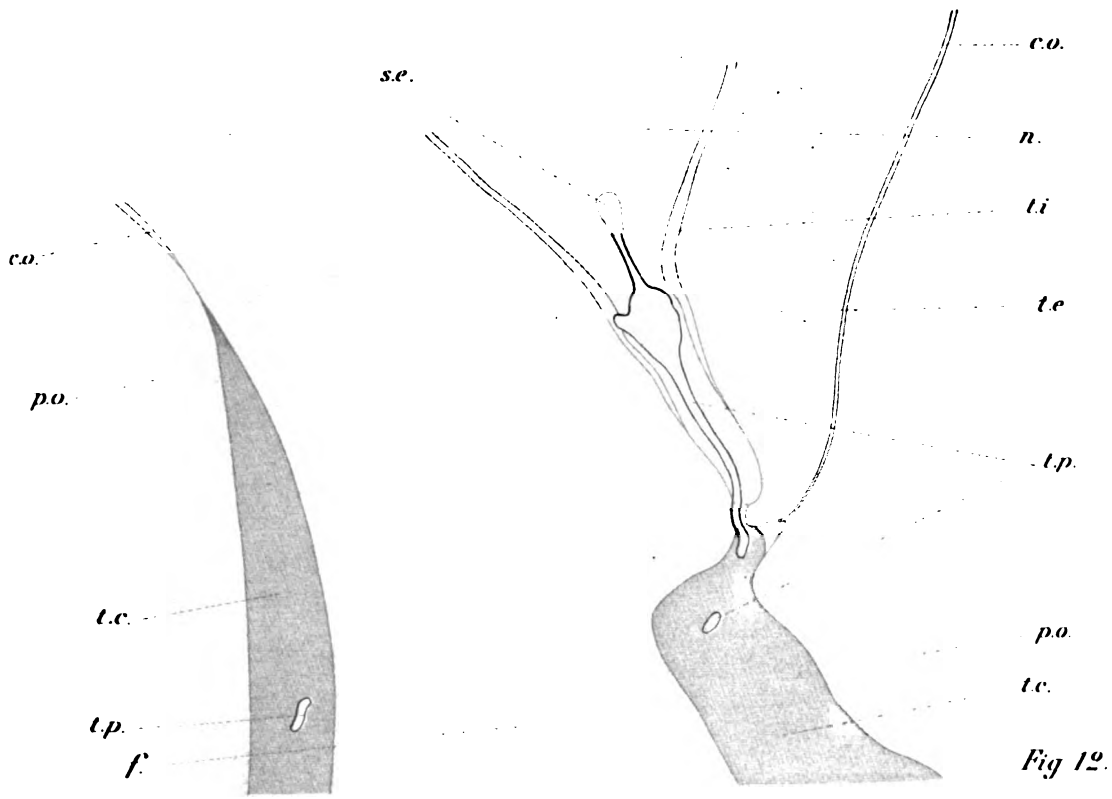


Fig 12.

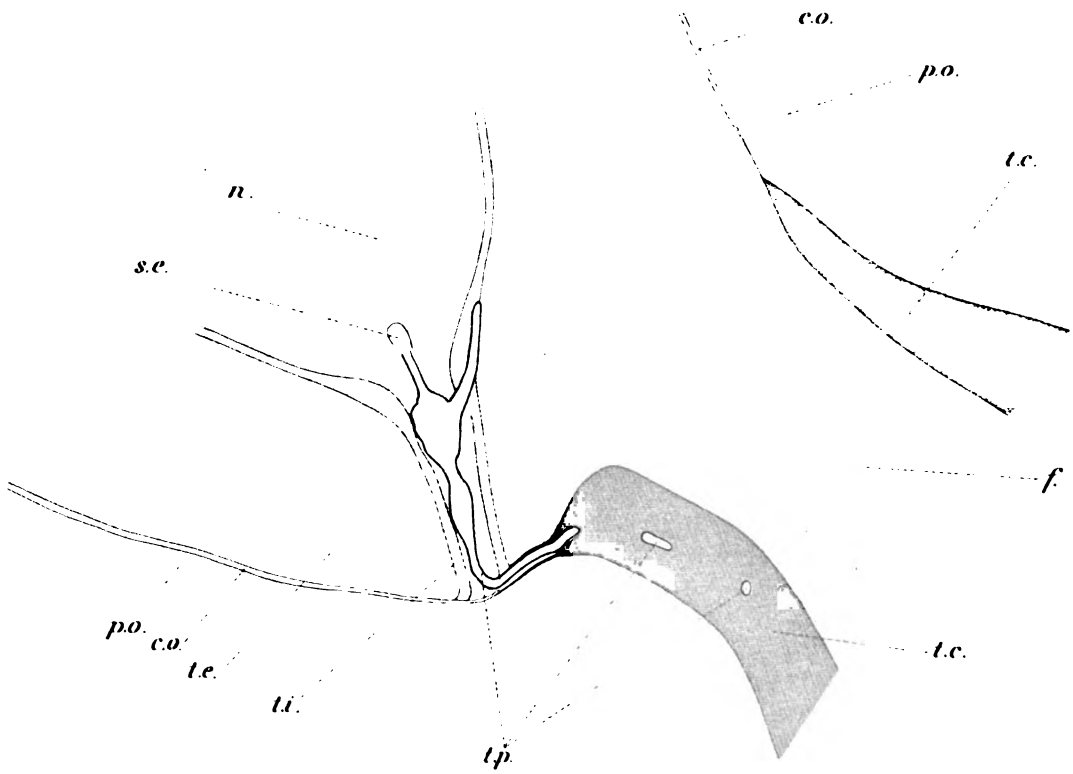


Fig. 13.

Digitized by Google

Digitized by Google

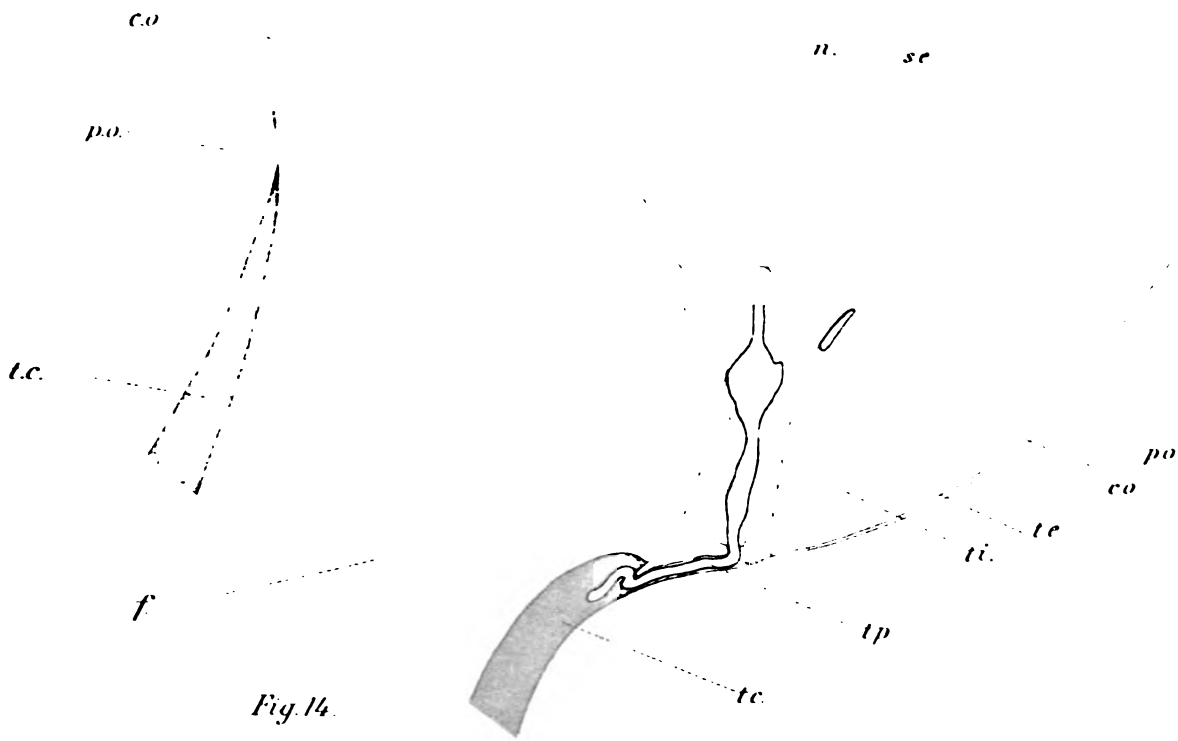


Fig. 14.

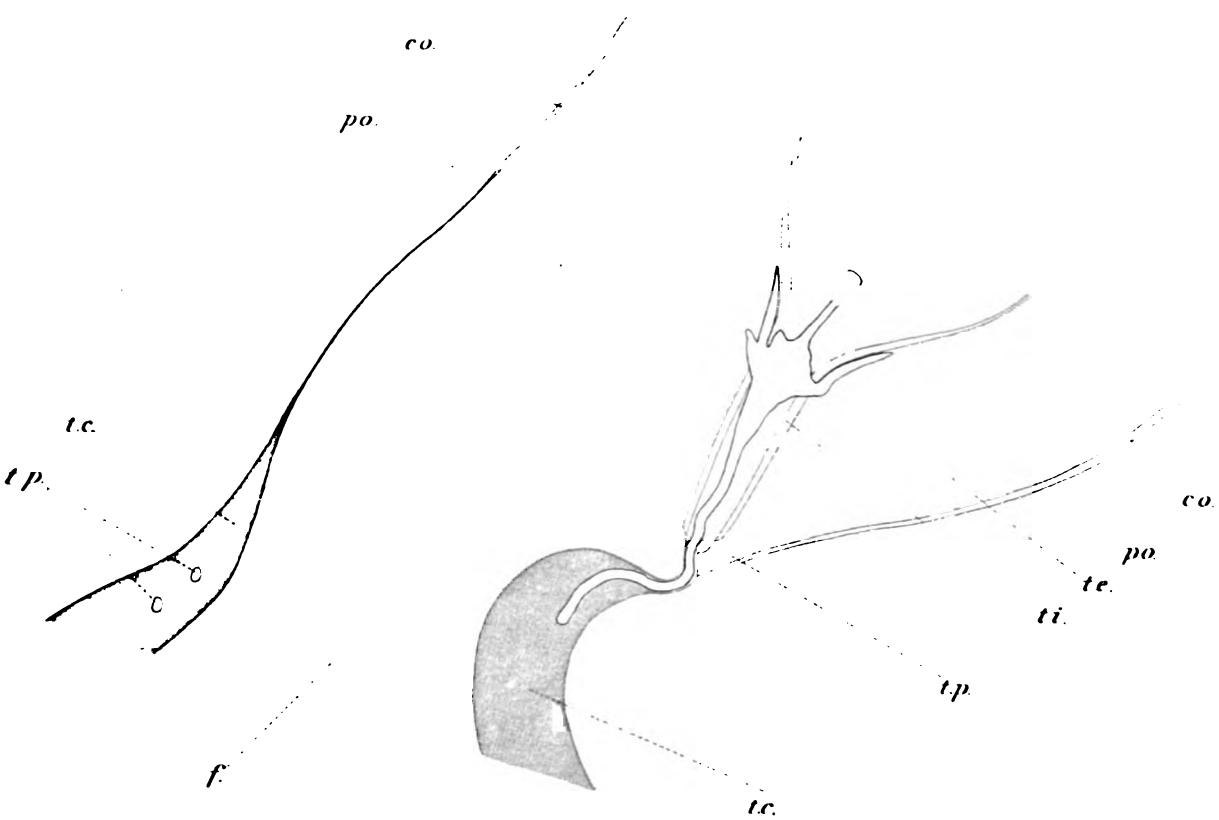


Fig. 15.

Digitized by Google

Digitized by Google

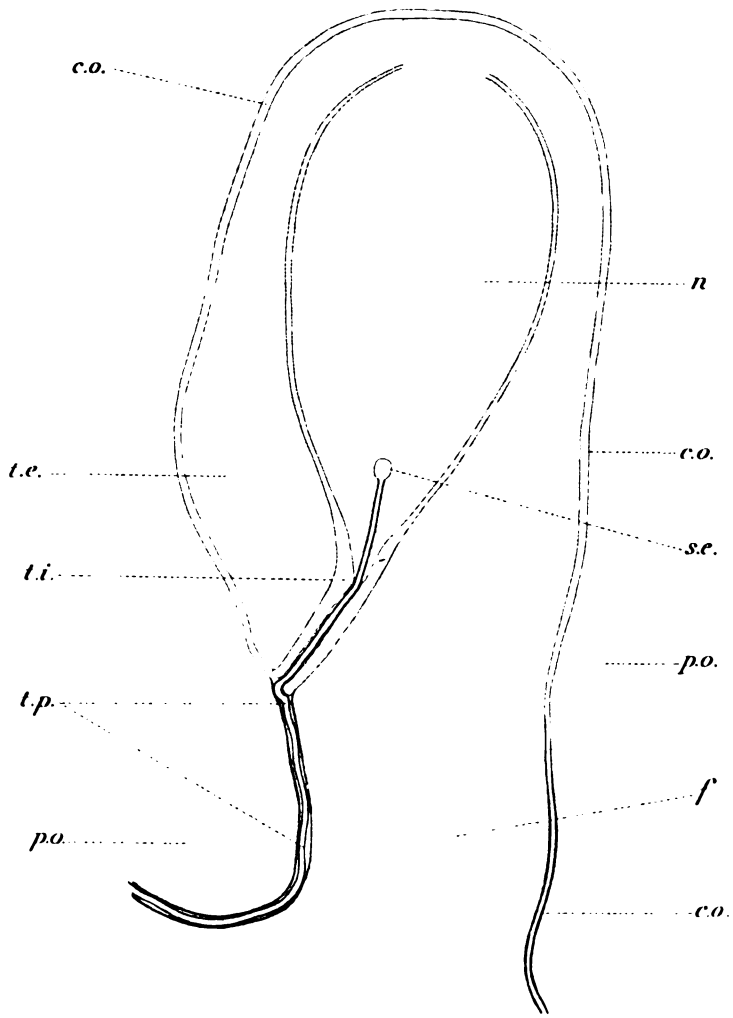


Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

B. Longo dis. Lit. I. Salomone Roma

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google